

27.6

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA



CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA EN ESCALA PEQUEÑA DEL
OCCIDENTE DE LA REPÚBLICA MEXICANA



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

★ OCT 25 1988 ★

SECRETARÍA DE
ASUNTOS ESCOLARES

TESIS

que para obtener el título de
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA
Presenta

CARLOS EDUARDO ALFONSO CORDOVA FERNANDEZ DE ARTEAGA

México, D.F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1988



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.

CONTENIDO

Introducción.

I. Generalidades de la cartografía geomorfológica y la regionalización del relieve en escalas pequeñas.

A. La cartografía geomorfológica en escalas pequeñas.

- Fundamentos.
- Metodología general.
- Fundamentos de la leyenda.

B. La regionalización geomorfológica.

II. Marco geográfico general.

III. Tectónica y geología regional.

A. Generalidades y aclaración de conceptos.

B. Estratigrafía.

C. Evolución tectónica.

IV. Método de la cartografía geomorfológica.

A. El mapa morfogenético.

- Método.
- Leyenda.

B. El mapa de regionalización geomorfológica.

- Principios y método.
- Leyenda.

C. Comentarios sobre algunos problemas surgidos en la interpretación y elaboración de los mapas de este trabajo.

V. El relieve del occidente de la República Mexicana: particularidades y evolución.

Resultados y conclusiones.

Apendice

Bibliografía.

Atlas y cartografía.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

INTRODUCCION

En la actualidad existe una gran cantidad de elementos del relieve terrestre que se pueden estudiar y, por lo tanto, una gran variedad de mapas geomorfológicos que para ello es necesario elaborar. Sin embargo, los trabajos que existen sobre el relieve mexicano son todavía pocos, y las cartas geomorfológicas cubren todavía áreas muy reducidas del territorio nacional.

Es posible expresar el relieve terrestre en mapas en toda una gama de escalas, desde las globales -que representan a un continente o un océano- hasta las mayores, de áreas muy pequeñas.

El empleo de una u otra escala depende en gran medida de la aplicabilidad del estudio que se quiera llevar a cabo. Los mapas geomorfológicos en escalas grandes son materiales útiles para resolver problemas a corto plazo y que afectan de manera directa a la sociedad, tales como los riesgos de tipo natural, construcción de vías de comunicación y problemas agrícolas, entre otros. Los mapas geomorfológicos en escala pequeña, en cambio, ya que abarcan grandes áreas, constituyen un marco de referencia para partir hacia estudios de carácter local y particular o como base para la planeación de diversas actividades.

Un principio que justifica la elaboración de mapas geomorfológicos en escala pequeña de un territorio, según Spiridonov (1981), es que al cartografiar grandes zonas, posteriormente se puede particularizar en aquellas áreas donde haya necesidad de llevar a cabo estudios más detallados sobre aspectos geológicos, geomorfológicos o geográficos en general. En otras palabras, los mapas geomorfológicos en escala pequeña proporcionan un contexto general a aquellos problemas geomorfológicos que han de resolverse con detalle y a corto plazo.

Los levantamientos geomorfológicos en escala pequeña se han llevado a cabo con resultados satisfactorios en atlas nacionales para algunos países de economía socialista. Sin embargo, todavía existen pocos trabajos sobre los métodos y principios de la cartografía geomorfológica de grandes áreas y de la regionalización geomorfológica.

El Instituto de Geografía de la UNAM, a través del Programa de Investigación 'Atlas Nacional de México', pretende por primera vez en nuestro país, elaborar e integrar cartas temáticas sobre aspectos físicos, económico-sociales, recursos naturales y población del territorio nacional a escala 1:4 000 000.

Dentro de los aspectos físicos que contendrá el atlas, el relieve figura como uno de los de mayor importancia. Dicho tema abarca gran cantidad de temas particulares como

morfogenesis, regionalización geomorfológica, morfometría, procesos actuales, tipos de costas, relieve volcánico y kárstico, entre los más importantes. Sin embargo, la morfogenesis es uno de los aspectos primordiales dentro del tema, puesto que muestra en forma general el origen relieve de un territorio.

Lo anterior condujo a plantear un trabajo en el cual se realice un levantamiento de tipo morfogenético de una porción importante del territorio. Mediante el levantamiento, se pondrá en práctica un método y una leyenda adecuados a las particularidades del relieve mexicano y al grado de conocimiento que actualmente se tiene sobre el relieve del territorio. Por consiguiente, se cree que ello abra paso a una síntesis de la información del relieve por regiones, lo cual permitira un análisis de un gran territorio como el mexicano.

Con tal planteamiento surge la idea de elaborar una carta morfogenética y otra de regionalización del relieve del occidente de la República Mexicana, objeto de estudio de la presente tesis, la cual fue dirigida por el Dr. José Lugo Hupp en el Instituto de Geografía de la UNAM. Por lo tanto, la tesis se engloba dentro del programa de investigación "Atlas Nacional de México"

Se eligió como zona de estudio la porción occidental de la República Mexicana y fondos oceánicos adyacentes, ya que es de gran interés por su complejidad geomorfológica y porque en cierta medida es representativa del relieve del territorio nacional.

La complejidad geomorfológica de la zona objeto de estudio se manifiesta por estructuras del relieve tan importantes como son la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre del Sur, la parte centro-occidente del Cinturón Volcánico Transmexicano, la Planicie Costera del Pacífico, el extremo sur de la Península de Baja California y el Altiplano Central; por otro lado, en lo que respecta al fondo oceánico existen estructuras tan interesantes por su dinámica como la Dorsal del Pacífico Oriental, el Rift de California, el extremo sur del bordeamiento y la frinchería Mesoamericana. Desde otro punto de vista, la zona en estudio abarca también un área en la que en la parte continental del fondo oceánico muestra una margen activa y una margen pasiva.

Se considera que la zona seleccionada para el estudio se puede hasta cierto punto considerar representativa del territorio mexicano ya que abarca siete de las quince provincias fisiográficas que comprende la República Mexicana, si se toman en cuenta las divisiones fisiográficas que proponen Alvarez (1961) y Quiñones (1967).

Objetivos

De manera general, el presente trabajo consistió en la elaboración de tres mapas geomorfológicos mediante la aplicación de una metodología original, y un análisis regional de la evolución del relieve en el occidente de la República Mexicana. Esto es resultado de los objetivos particulares planteados, que son los siguientes:

- Desarrollar un método de cartografía geomorfológica de tipo morfogenético en escala pequeña y una leyenda adecuada a las condiciones del territorio estudiado.

- Elaborar un mapa morfogenético del occidente de la República Mexicana en escala 1:2 000 000 y 1:4 000 000 a partir del análisis en escala 1:1 000 000, integrando la tierra firme y del fondo oceánico.

- Elaborar un mapa de regionalización geomorfológica del occidente de la República Mexicana en escala 1:4 000 000.

- Realizar un análisis general sobre la evolución del relieve del occidente de la República Mexicana.

Es importante aclarar que en un principio se tuvo como objetivo presentar el mapa morfogenético en escala 1:4 000 000, sin embargo, se tuvo que elaborar un mapa igual en escala 1:2 000 000 como base.

Además, al principio de la investigación no se planteó ningún tipo de hipótesis, ya que el objetivo general es aplicar un método de cartografía geomorfológica. Por lo tanto, las hipótesis se sugieren a lo largo del tratamiento general del trabajo.

Por otro lado, las contribuciones que se esperan son las siguientes:

- Con el reconocimiento general del relieve, se pretende crear una base de apoyo para trabajos geomorfológicos o geográficos en escalas mayores.

- Aportar una metodología y una leyenda para la elaboración de otras cartas geomorfológicas en escala pequeña del territorio mexicano.

- Establecer una base para el análisis simultáneo de las regiones geomorfológicas de tierra firme y del fondo oceánico.

- Crear una motivación para futuras investigaciones, mediante el desarrollo de este trabajo.

Antecedentes

En relación a la morfogenesis y a la regionalización del relieve mexicano existen muy pocos antecedentes. De antemano, se puede mencionar que no existen cartas morfogenéticas similares a las que se realizaron. Sin embargo, existe muy buen material de apoyo y fuentes de información. Dentro de este material se incluye el siguiente:

a) Geomorfológico:

1. Cartas geomorfológicas en escalas medias de estudios regionales (Bocco V., 1983 y Palacio P., 1985).
2. Mapa de morfoestructuras del fondo oceánico mexicano de Lugo Hubp (1985).

b) Geográfico general:

3. Cartas fisiográficas editadas en 1981 por la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), basadas en la división fisiográfica propuesta por H. Quiñones.
4. Cartas temáticas (geología, suelos, climas, uso del suelo y vegetación) editadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de la Secretaría de Programación y Presupuesto. Escala 1:1 000 000 y 1:250 000.
5. Cartas topográficas de SPP en diversas escalas.
6. Cartas batimétricas de SPP en escala 1:1 000 000.

Las cartas fisiográficas fueron una base para delimitar unidades del relieve. Sin embargo, la información se corroboró por otros medios. Otros trabajos utilizados son de escalas mayores, entre ellos el de Bocco (1983) y de Palacio Prieto (1985). El trabajo de morfoestructuras del fondo oceánico de Lugo Hubp (1985) sirvió como base para la división de los tipos de relieve del fondo oceánico.

Por otra parte, en lo que respecta a la regionalización del relieve mexicano, existen antecedentes como las provincias fisiográficas de Ordoñez (1946), las provincias de Raisz (1959), división basada en un mapa morfográfico del país elaborado por medio de dibujos de los sistemas de relieve; Alvarez Jr. (1961) amplió la clasificación de provincias fisiográficas con más divisiones, pero es muy general.

Por último, SPP en 1981 publica una serie de ocho cartas fisiográficas en escala 1:1 000 000 basadas en la división regional cuyos principios fueron publicados por Quiñones (1987). Estas, a diferencia de las divisiones fisiográficas anteriores, se basa en una jerarquía: provincia fisiográfica, subprovincia fisiográfica, discontinuidad fisiográfica, sistema de topoformas, topoformas y elemento cartográfico.

Metodología

La metodología presentada en este trabajo no tiene antecedentes en México. Está basada en trabajos similares para otros países, como los de Bashenina y Leontiev (1976 a), Svarichevskaya (1978), Spiridonov (1981), Demek y Embleton (1978).

El trabajo cartográfico fue posible mediante el análisis de las cartas de topografía y geología en escalas mayores, y se complementó con análisis de imágenes de satélite y en algunos casos en el campo.

Para la leyenda del mapa se tomaron algunas ideas de los trabajos antes citados y de atlas nacionales de varios países.

El mapa de regionalización fue una continuación del morfogenético, ya que tuvo como base éste, y consistió en delimitar unidades regionales en una jerarquía con base en los tipos genéticos estructurales del relieve.

La regionalización se apoyó en un trabajo de Voskresensky et. al. (1980) que expone los principios de regionalización geomorfológica que se utilizaron en el territorio de la Unión Soviética.

Estructura del trabajo

El desarrollo y los resultados de la investigación se presentan en la forma y el orden siguiente:

En el primer capítulo se presenta un breve marco teórico sobre la cartografía geomorfológica en escala pequeña y la regionalización geomorfológica. Se discuten los métodos y técnicas que normalmente se usan. Sobre este tema hay muy poco publicado.

El segundo capítulo se refiere a los aspectos geográficos generales del área cartografiada. La información constituye la síntesis de un marco físico y socioeconómico.

El tercer capítulo sintetiza la geología y la tectónica del área en estudio, ya que ello constituye un apoyo a la

explicación de la génesis del relieve.

El cuarto capítulo está dedicado a la descripción detallada y discusión de la metodología de cartografía geomorfológica del trabajo.

El quinto capítulo corresponde al análisis regional del relieve del territorio estudiado, lo que incluye perfiles, mapas y esquemas.

Al final se presenta una evaluación de los resultados del trabajo y consideraciones finales. Finalmente, bibliografía, atlas consultados y la lista del material cartográfico utilizado; se añadió un apéndice sobre el color utilizado en cada uno de los tipos de relieve del mapa morfogenético.

I. GENERALIDADES DE LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA Y LA REGIONALIZACION DEL RELIEVE EN ESCALAS PEQUEÑAS.

El relieve de la superficie de la Tierra, con todas sus formas posibles, constituye un elemento importante del paisaje. Los mapas geomorfológicos son modelos gráficos que representan objetivamente al relieve de acuerdo con ciertas normas que rigen una metodología general para su elaboración, a la que cada investigador se apega de acuerdo con sus criterios y a las particularidades del relieve del territorio en investigación (Rugier, 1973 en Demek y Émoleton, 1978).

Los mapas geomorfológicos, además de trascender el quehacer científico, son un documento útil para el tratamiento de ciertos problemas del medio ambiente, es decir poseen un carácter de aplicación (Fricart, 1977; Demek, 1978; Verstappen, 1983). Así, el reconocimiento y la cartografía geomorfológica son prerrequisitos para las investigaciones aplicadas (Verstappen, 1983). Por lo tanto, su propósito es la representación de la configuración del terreno; son las formas del relieve, su origen, su edad, su evolución y los procesos modeladores, los aspectos más importantes a representar en el mapa, una herramienta útil no solo para el geomorfoloogo, sino para cualquier otro usuario que teniendo las bases mínimas del conocimiento geomorfológico pueda utilizarlo para la evaluación y planeación de un territorio.

Pese a que la geomorfología es una ciencia joven, y a que en realidad no ha pasado mucho tiempo desde que se hizo el primer mapa geomorfológico por Passarge en 1914 (Fricart, 1965; Verstappen, 1983), en la actualidad existe una gran cantidad de mapas geomorfológicos que varían de acuerdo a su aplicación, escala, contenido, métodos y técnicas de elaboración. Esto se explica, aparte de la necesidad de su uso, por el hecho de que los criterios varían dependiendo de la aplicación del mapa.

A. La cartografía geomorfológica en escala pequeña.

Un mapa, cualquiera que sea su contenido, puede considerarse desde el punto de vista de la teoría de la información como un medio de comunicación; es decir, por medio de él, un investigador transmite a otro el contenido de un tema de estudio, que en nuestro caso es el relieve (Simonov, 1976).

Los mapas geomorfológicos son considerados como mapas temáticos (Schoiz, en Demek, 1978) y la información que presentan se refiere a la identificación y a la exacta descripción de las formas y complejos de formas del relieve, además de que incluyen su posición y arreglo en el contexto; es decir que condensan gran cantidad de información.

Los mapas geomorfológicos deben considerar lo siguiente:

a) Morfología. Comprende la morfografía y la morfometría. La primera está encargada de la evaluación de las características cualitativas y la segunda de las propiedades cuantitativas del relieve.

b) Génesis. Se refiere al origen de las formas en función de los procesos que dominan en su creación.

c) Edad. Tiempo que ha transcurrido desde su constitución.

d) Evolución. Etapas por las que el relieve ha pasado en su desarrollo.

e) Dinámica. Evaluación de los procesos actuales que actúan sobre el relieve.

f) Zonificación geomorfológica. Extensión espacial de las formas o conjuntos de formas.

Los mapas pueden dividirse en generales y especiales. Los primeros abarcan la mayor parte de los aspectos fundamentales; los segundos, esencialmente uno. Por ejemplo, existen mapas de la densidad de la disección, de procesos fluviales, relieve volcánico, etc. Un mapa general, en cambio, puede abarcar morfología, génesis y edad del relieve.

En lo que concierne a los mapas geomorfológicos generales, hay divergencias referentes a qué objetos concretos del relieve (detalles) es necesario destacar y, por otro lado, cómo deben aplicarse los métodos de representación cartográfica (Scholz, op. cit.). Sin embargo, es regla universal que un mapa geomorfológico general debe ser fundamentalmente morfogenético (Spiridonov, 1981). Por otra parte, los métodos se tratarán con detalle posteriormente.

Según Spiridonov (op. cit.), los mapas geomorfológicos generales pueden ser subdivididos con relación a la manera en que se presenta la información general del relieve en los tipos siguientes:

Mapas analíticos

Los objetos de representación son elementos genéticos homogéneos o superficiales que sobre todo se caracterizan por tener un origen único: formas del relieve, que son representadas por medio de símbolos y colores.

Mapas sintéticos

Este tipo de mapas tienen la finalidad de destacar los conjuntos de formas del relieve semejantes.

Otro criterio utilizado para dividir a los mapas

geomorfológicos es la escala en la cual son elaborados, misma que determina en gran medida el método y las técnicas utilizadas, el detalle y la finalidad del mapa. La escala, por otro lado, es una variable que poseen todos los mapas, la cual cambia sustancialmente el contenido de los mismos (Dumitrashko en Demek y Embleton, 1978).

En el cuadro 1 es posible apreciar de manera general cómo cambia el contenido de un mapa en función de la escala del mismo. El hecho de reducir la escala de un mapa no implica que la riqueza de su contenido se pierda. Por lo tanto, previo al trabajo cartográfico, el autor decide la escala en relación con la extensión del territorio y al tipo de información que quiera obtener.

Los mapas geomorfológicos se clasifican también de acuerdo a su contenido, lo cual es más difícil de hacer, ya que en nuestros días cada vez aparecen mapas nuevos con información especializada (Dumitrashko y Scholtz en Demek y Embleton, 1978). Sin embargo, una manera muy general de clasificar los mapas según su contenido se muestra en el cuadro 1. Ahí, Loksutov y Filatov (1978) ubican el contenido de los tipos de mapas geomorfológicos en tiempo y en espacio.

- Fundamentos.

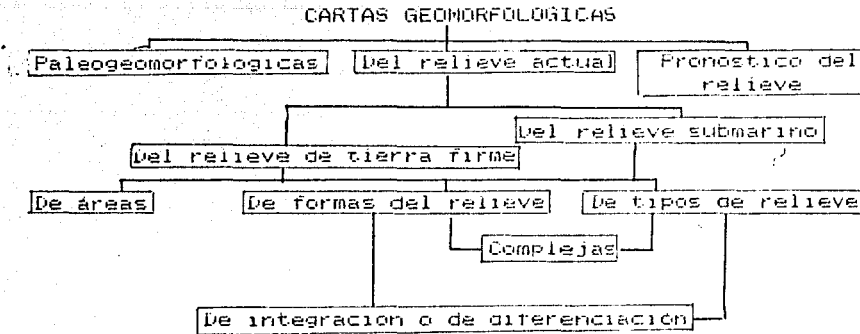
El mapa geomorfológico general es el más importante de un estudio geomorfológico de una entidad territorial (Spiridonov, 1981). Sin embargo, hay una gran diferencia si tal entidad territorial se refiere a países como Suiza o Cuba, o si se trata de México o Brasil; obviamente la escala tiene que variar notablemente para cada caso y por lo tanto, el detalle de la información.

Si se pretende representar el relieve de la República Mexicana, una escala manejable en la que se aprecie todo su territorio sobre una sola hoja puede ser a 1:4 000 000; ya que si se tratara de representar todo el país en escala 1:2 000 000 o bien en escala 1:1 000 000, su representación tendría que aparecer en seis u ocho hojas respectivamente.

Los mapas en escala pequeña son representaciones menores a 1:1 000 000 (cuadro 2; Demek y Embleton, 1978). Por lo tanto, tales mapas abarcan superficies muy extensas y presentan el relieve con muy poco detalle. La síntesis sobre cartografía geomorfológica hecha por Demek y Embleton (op. cit.) hace notar que los mapas geomorfológicos en escalas pequeñas son los que se limitan a la representación de aspectos como asociaciones de formas, morfometría, el relieve en relación con aspectos litológicos y sedimentológicos, morfogénesis, morfocronología, macrotacias, y, en forma especial, es la escala ideal para representar las morfoestructuras.

CUADRO 1

Clasificación de las cartas geomorfológicas según su contenido, espacio y tiempo.



* Basado parcialmente en Loksutov y Filatov (1973) en el cuadro del mismo nombre.

CUADRO 2

Clasificación de los mapas geomorfológicos de acuerdo a la escala (Gellert 1971 y Scholz 1973; en Demek 1978, p. 40)

Mapas geomorfológicos en escalas grandes	Planos geomorfológicos	1:10 000 y mayores
	Mapas geomorfológicos básicos	1:10 000-1:25 000
	Mapas geomorfológicos detallados	1:25 000-1:100 000
Mapas geomorfológicos en escalas medias	Mapas geomorfológicos sinópticos	1:100 000 - 1:1 000 000
	Mapas geomorfológicos de países	1:1 000 000 - 1:5 000 000.
Mapas geomorfológicos en escala pequeña	Mapas geomorfológicos de continentes	1:5 000 000 - 1:30 000 000
	Mapas geomorfológicos mundiales	1:30 000 000 y menores

CUADRO 3

Clasificación preliminar de morfoestructuras en diverso nivel

Resumen del cuadro del mismo nombre, publicado por Bashenina y Leontiev (1976b)

I ORDEN	II ORDEN	III ORDEN	IV ORDEN	V ORDEN
Continente (incluye tierra firme y submarina).	Cratón (incluyendo la plataforma continental). Zona marginal del continente.	Planicies de cratón	Montañas en escudo	17. Montañas rejuvenecidas con estructura de bloque rejuvenecida. 18. Montañas muy jóvenes con estructura de bloque.
		Montañas de cratones		
Zonas de transición.	Zonas neosinclinales* (actuales, activas). Zona epigeosinclinales orogénicas de los continentes.	Talud continental.	Montañas de cratones pos paleozoicos.	19. Montañas con estructura plegada, sin expresión en el relieve y retrabajada por movimientos de bloques. 20. Montañas residuales con estructura plegada, antigua y corte de erosión profundo. 21. Montañas con expresión en el relieve de la estructura plegada y corte de erosión somero. 22. Montañas con estructura antigua y modelada por cortes de erosión profundos (zonas rift no muy activas).
		Pie del continente.		
Zonas Rift	Zonas de desarrollo de rift en cratones continentales. Cordillera mesoocéánica.	Cuencas de mar marginal. Trincheras. Arcos insulares.	Las morfoestructuras de IV orden (36 en total)	Las morfoestructuras de V orden (96 en total)
		Las morfoestructuras de III orden (15 en total)		
Lecho oceánico.	Cuencas oceánicas Ondulaciones y elevaciones del lecho oceánico.	Cordillera oceánica tipo Pacífico. Cordillera oceánica tipo Atlántico.		
		Planicies abisales Montañas y elevaciones del lecho oceánico.		

* Estructuras de inversión
Fosas-sineclís y pilar antecclís de diversa edad.

CUADRO 4

CLASIFICACION TAXONOMICA DEL RELIEVE TERRESTRE (J. Tricart, 1965)

Orden	Unidad de superficie en Km ²	Características de unidades ejemplos	Unidades climáticas correspondientes	Mecanismos genéticos que influyen en el relieve	Orden de magnitud de duración
I	10 ⁷	Continentes, cuencas oceánicas, con figuración del planeta.	Grandes conjuntos zonales con influencia de los factores astronómicos.	Diferenciación de la corteza terrestre "Sial" y "Sima".	10 ⁹ años
II	10 ⁶	Grandes conjuntos estructurales. (Escudo Escandinavo, Cuenca del Congo).	Grandes tipos de climas (interferencia de influencias geográficas con los factores astronómicos).	Movimientos de la corteza terrestre como la formación de geosinclinales. Influencias climáticas sobre la disección.	10 ⁸ años
III	10 ⁴	Grandes unidades estructurales (Cuenca de París, Macizo Central, Jura).	Algunos rasgos climáticos, pero sin gran importancia para la disección.	Unidades tectónicas en conexión con la paleogeografía. Velocidad de disección influida por la litología.	10 ⁷ años
IV	10 ³	Unidades tectónicas elementales. Macizos montañosos, horsts, grabenes.	Climas regionales con influencias geográficas sobre todo en las regiones montañosas.	Influencia predominante de la tectónica seguida de la litología.	10 ⁷ años
----- Umbral de compensación isostática -----					
V	10	Accidentes tectónicos: anticlinal, sinclinal. (Mont Val, etc.)	Climas locales influidos por la orientación del relieve (umbria, solana), o por pisos altitudinales.	Predominancia de la litología. Influencias estructurales clásicas.	10 ⁶ a 10 ⁷ años
VI	10 ⁻²	Forma de relieve: cresta, terraza, circo, morrena terminal, cono de deyección.	Mesoclima directamente ligado a la forma.	Predominancia del factor morfodinámico influido por la litología.	10 ⁴ años
VII	10 ⁻³	Microformas: lóbulos de soliflucción, suelos poligonales, cárcavas.	Microclima directamente ligado a la forma por autocatalisis. Ejemplo: lapiaz.	Idem	10 ² años
VIII	10 ⁻⁴	Microscópicas. Detalles de corrosión, de pulimento, etc.	Micromedio.	Interferencia de la dinámica y la textura de la roca.	

El levantamiento en escala pequeña se hace en aquellos lugares que están poco estudiados, con el fin de poner en claro los rasgos generales de su estructura geomorfológica, lo que por lo general permite destacar las estructuras más grandes del relieve de un territorio (Spiridonov, 1931). Por lo tanto, el mejor principio a seguir para llevar a cabo un correcto estudio geologo-geomorfológico de un territorio es pasar consecutivamente de escalas más pequeñas a escalas más grandes en la regiones que presentan mayor necesidad de estudio (Spiridonov, op. cit.).

- Metodología general.

Es fácil conocer lo que se va a cartografiar, pero es difícil seleccionar la información y ordenarla adecuadamente. Un auxilio a ello lo constituye el análisis de algunos cuadros que se han elaborado con la finalidad de dar una base dimensional a la información que debe jerarquizarse en el momento de cartografiar un territorio. Uno de tales cuadros es, por ejemplo, aquel que presenta clasificadas las morfoestructuras en varios ordenes (Cuadro 3; Dashenina y Leontiev, 1976b). Otro ejemplo lo constituye la clasificación taxonómica (Cuadro 4.; Tricart, 1965). El autor que planea elaborar una carta geomorfológica puede formar su leyenda tomando como base dichos cuadros dándole prioridad a las morfoestructuras de orden jerarquico mayor.

Cuando se inicia la labor de cartografía geomorfológica en escala pequeña, suele suceder que hay pocas áreas cubiertas en escalas grandes, o bien no las hay (Spiridonov, op. cit.); este es el caso de la mayor parte del territorio mexicano. Por consiguiente, una de las primeras tareas de los investigadores que se dedicarán a cartografiar un territorio, además de definir el tipo de carta a elaborar, es conseguir la información que le servirá de base para la identificación y delimitación de los elementos del relieve.

La información básica para un levantamiento geomorfológico general en escala pequeña, o bien los documentos básicos (Tricart, 1965), consisten fundamentalmente en lo siguiente:

- a) Mapas topográficos, geológicos y tectónicos, si existen.
- b) Mapas temáticos que traten sobre diversos aspectos geográficos, como pueden ser climas, suelo, vegetación y uso del suelo, entre los más importantes.
- c) Imágenes de satélite.

La información se complementa con trabajos locales

sobre el relieve.

Una vez definido el tipo de mapa geomorfológico a elaborar, se planean las etapas de cartografía, mismas que varían de acuerdo con los recursos materiales y económicos con que se cuenta, así como los criterios metodológicos de cada investigador. De esa manera cada autor maneja una serie de procedimientos diversos para tal fin; unos se basan en información geológica y estructural como Bashenina y Leontiev (1976 a y b), otros en la interpretación de imágenes de satélite como Pain (1985) y Kayan y Klemas (1985). Sin embargo, hay autores que, además de la interpretación de mapas base y de imágenes de satélite, proponen el auxilio de otros métodos como análisis de perfiles topográficos y recorridos de campo en zonas clave, como se aprecia en el trabajo de Spiridonov (1981) o en la compilación de Demek y Embleton (1978).

Para llevar a cabo un trabajo de cartografía geomorfológica en cualquier escala, el método es sencillo, ya que se trata de un procedimiento lógico y aceptado por la mayoría de los geomorfólogos. En resumen, según Lugo Hubp (1986) son las etapas siguientes:

1. Localización regional. Es importante conocer el contexto regional del área que se va a cartografiar.
2. Análisis morfológico general. Consiste en reconocer las formas características del relieve: montañas, piedemontes y planicies. Para ello se requiere de un mapa topográfico.
3. Reconocimiento de la genesis del relieve. Consiste en interpretar el origen de las unidades del relieve por medio de un análisis, tanto de cartas topográficas y geológicas como de fotos aéreas.
4. Reconocimiento de la edad del relieve y de su evolución. Ello surge de un análisis de las formas del relieve y de la edad de las rocas que las componen. Para ello hay que tener en cuenta que la edad de la roca no es la misma que la edad del relieve; sin embargo, la primera ayuda a definir a la otra.
5. Reconocimiento de la dimensión del relieve. Esto es reconocer las alturas de las elevaciones, anchuras y longitudes de las estructuras, entre otras.
6. Comparación con datos morfométricos. Ello se refiere a que la configuración de las unidades del relieve cartografiadas se comparan con datos

de pendientes, energía del relieve, profundidad de la disección, densidad de la disección. Para ello es importante elaborar previamente cartas morfométricas.

- Fundamentos de la leyenda.

Para elaborar la leyenda de los mapas geomorfológicos en escala pequeña, es necesario partir de una clasificación cuyas bases se fundamenten en una jerarquía en órdenes de morfoestructuras, tal y como lo plantean Bashenina y Leontiev (1976 b) y Díaz et. al. (1986).

Bashenina (en Demek y Embleton, 1978) plantea una serie de principios en los que debe basarse toda clasificación de los elementos del relieve con fines cartográficos. Dichos principios son los siguientes:

1) Las características de los diferentes órdenes -o niveles- en una clasificación varían de acuerdo a las propiedades de los objetos que son clasificados.

2) La clasificación debe reflejar los aspectos cualitativos y cuantitativos de los objetos. En la etapa actual del desarrollo de la geomorfología, el aspecto cualitativo puede servir como una base para una clasificación general del relieve; sin embargo, los aspectos cuantitativos -dimensiones del relieve, tasas de intensidad de movimientos neotectónicos y contemporáneos, tasas de los volúmenes de denudación- no deberían ser descuidados, sino que se les debería hacer más importantes:

3) Las unidades principales deben poseer características unificadas, lo cual debe aplicarse a todos y cada uno de los niveles de la jerarquía.

4) La clasificación debe poseer una naturaleza de causa y efecto.

5) Debe ser histórica y genética. Cada elemento del relieve de cualquier orden tiene su propia génesis e historia de formación.

6) A cada nivel en la jerarquía, la clasificación debe reflejar una relación regular entre lo general y lo particular.

Otros autores también plantean sus principios, como es el caso de Demangeot (1960), quien menciona que cualquier intento de elaborar una clasificación del relieve debe

contemplar los siguientes aspectos:

1. Continuidad. Es decir que toda unidad debe tener homogeneidad genética.
2. Dimension. Una unidad geomórfica siempre posee una altitud, un largo y un ancho que le son característicos, por lo que incluso puede abarcar varias zonas o pisos climáticos, haciendo que los procesos varíen dentro de ellas.
3. Jerarquía. Una unidad geomórfica puede estar enmarcada dentro de un sistema de unidades mayor y así sucesivamente.
4. Orientación. Una unidad geomórfica pertenece a un sistema tectónico con una orientación común en toda el área que afecta.

Los principios planteados por Bashenina (op. cit.) son mucho más avanzados que los de Demangeot (op. cit.). Sin embargo, ambos coinciden en la importancia de la jerarquía, es decir del carácter taxonómico que debe poseer una clasificación del relieve; y por otro lado, en que cada unidad debe ser homogénea morfológica y genéticamente en toda su extensión.

En conclusión, con la clasificación del relieve se tendrán grupos de unidades del relieve agrupados por su origen y forma, para el caso del mapa morfogenético.

Después viene el problema de cómo se dividen las unidades del relieve en la leyenda. Un buen ejemplo de la organización de tales unidades, lo presenta la "Leyenda Internacional Unificada 1:2 000 000", trabajo compilado por J.F. Gellert y E. Scholz (Demek y Emoleton, 1978). En dicha leyenda se agrupó la información en clases del relieve, tipos del relieve y formas del relieve de la manera siguiente:

1. Las clases del relieve. Es un concepto que se refiere a la división del relieve con base en la diferencia relativa entre los puntos más bajos y más altos en un área determinada. Para la Leyenda Internacional Unificada, los rangos de amplitud del relieve fueron los siguientes:

0	-	30	metros
30	-	150	"
150	-	300	"
300	-	600	"
			mas de 600 metros

2. Los tipos de relieve son unidades regionales que comprenden conjuntos homogéneos y distintivos de formas agrupadas en cierto rango altitudinal (clases). Cada una de tales unidades está caracterizada por morfología y génesis

similares, relacionadas con una base morfoestructural común; un mismo conjunto de procesos geomorfológicos y por una historia de desarrollo similar.

3. Las formas del relieve son elementos particulares en la morfografía y categoría genética, mismas que conforman los tipos de relieve. El término forma, fundamentalmente se refiere a morfografía y génesis (Svarichevskaya, 1978).

La división de la información de las unidades anteriores fue seguida por los geomorfológicos cubanos al elaborar el mapa morfogenético de su país (Jorge Díaz, uno de los autores del mapa morfogenético de Cuba, en comunicación verbal en 1988).

- Simbología.

Una vez clasificado el relieve para cartografiarlo, surge el problema de cómo representar las formas del relieve; es decir, cómo hacer legible un mapa geomorfológico.

Los tipos, clases y formas del relieve que plantean Gellert y Scholz (op. cit.) y que llamaremos elementos del relieve, se pueden representar en el mapa de varias maneras.

La Madrid y Horta (1977), entre otros autores, mencionan que los elementos del relieve se pueden plasmar en un mapa a través de las siguientes formas de representación:

Areales. Superficies que indican ubicación y dimensión del fenómeno.

Lineales. Líneas que indican ubicación y dirección de un fenómeno, pero no grosor del mismo.

Puntuales. Puntos que indican ubicación pero no dimensión.

En la práctica y aun con pocos conocimientos de cartografía, el investigador se daría cuenta de que tendría que representar los tipos genéticos del relieve a través de símbolos areales. Las formas de relieve, en cambio, se representarían tanto con símbolos areales, como lineales y puntuales.

A pesar de ser parte del sentido común del investigador, lo anterior es una regla general en la cartografía geomorfológica (Demek y Embleton, 1978). Sin embargo, el uso de tales formas de representación se puede complicar para tener oportunidad a presentar más variaciones (Figura 1).

La variedad en las formas de representación cartográfica, fundamentalmente para las areales, se puede llevar a cabo a través del manejo de las variables visuales,

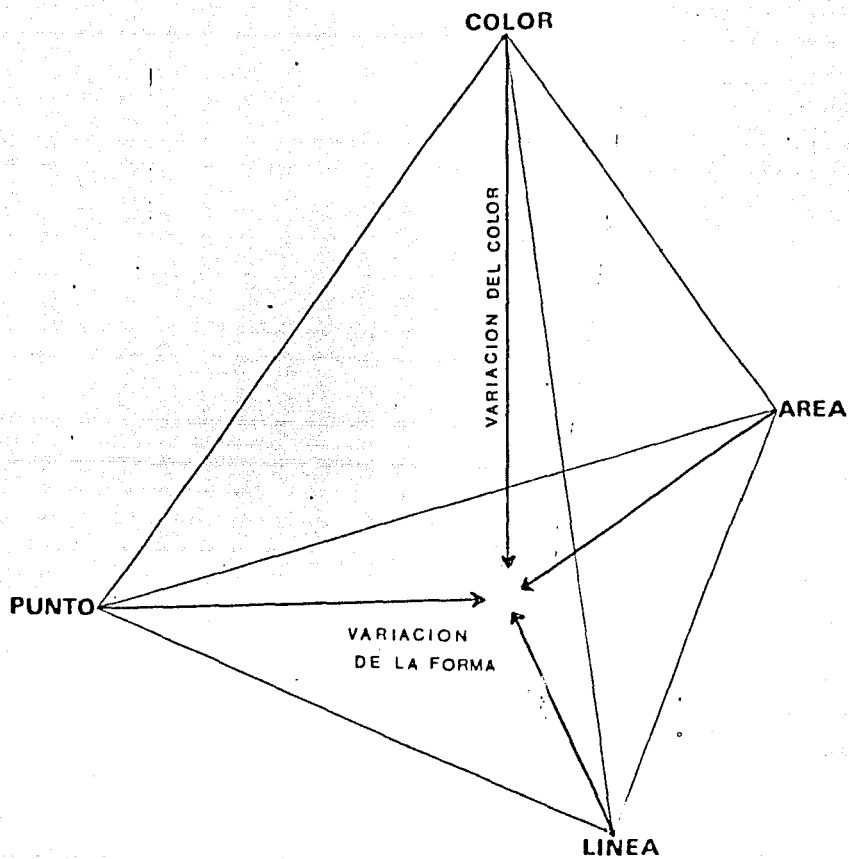




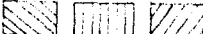



Figura 1. Tipos gráficos para los símbolos de un mapa. H. Kugler, 1976 (En Demak y Embleton, 1973).

las cuales son las siguientes:

1. Tamaño. 
2. Valor. 
3. Grano. 
4. Color. 
5. Orientacion. 
6. Forma. 

A través de las variables visuales, podremos presentar cada vez mas aspectos del relieve. Por ejemplo, si uno observa mapas geomorfológicos en los atlas nacionales, se dará cuenta que los colores cálidos (rojo, café, etc.) o los tonos oscuros, se suelen utilizar para formas elevadas, pendientes fuertes o relieve volcánico. Por otro lado, los colores fríos (azules y verdes claros) se suelen utilizar para presentar superficies bajas, de poca pendiente, es decir, planicies, o bien, relieve acumulativo.

Entre otras, una de las variables visuales que se suelen utilizar es la de orientación. Por ejemplo, con líneas verticales se pueden representar fuertes pendientes o la intensidad elevada de algún fenómeno; con líneas horizontales, pendientes bajas o baja intensidad de un fenómeno; líneas inclinadas, pendientes medias o intensidad moderada de algún fenómeno.

B. La regionalización geomorfológica.

La regionalización geomorfológica es la división secuencial del territorio en porciones cada vez más pequeñas y subordinadas entre sí, en un orden jerárquico (Voskresensky et. al., 1980). Ello significa que, con base en información detallada, es posible delimitar grandes superficies casi homogéneas en lo que se refiere a tipos genéticos del relieve. Posteriormente, esas grandes superficies se pueden subdividir consecutivamente por rasgos particulares dentro de ellas.

Un ejemplo general de regionalización, lo presenta Murphy (1963), cuyas bases fueron publicadas también por Strahler (1975). La clasificación de Murphy está basada en los niveles o categorías de información siguientes:

1. Regiones estructurales.

Están basadas en los grandes sistemas estructurales del planeta. Es decir un aspecto del carácter genético. Por ejemplo, si se trata de zonas orogénicas, de escudo, etc. Constituye

la primera letra en cada tipo.

2. Regiones topográficas.

Es el carácter morfológico, es decir si se trata de montañas, planicies, mesetas, etc. Lo constituye la segunda letra mayúscula.

3. Carácter erosivo o acumulativo de las formas.

Es otro aspecto de genesis y evolución del relieve. Constituye la tercera letra minúscula.

Cada uno de los niveles anteriores los maneja en claves. Por ejemplo, para México, existen las siguientes regiones:

Amh (Montañas alpinas húmedas). Ejemplo la Sierra Madre Oriental.

Amá (Montañas alpinas áridas). Ejemplo: Sierras de Baja California.

SPh (Planicies de sedimentos húmedas). Ejemplo: Planicie Costera del Golfo.

El sistema de clasificación regional de Murphy es muy general y poco preciso. No se puede aplicar a una escala adecuada para representar al territorio mexicano, sino a una escala mundial. Sin embargo, existen otros sistemas de clasificación regional para otros tipos de territorios.

Los geomorfólogos soviéticos, quienes han llevado a cabo la regionalización geomorfológica de la URSS, han establecido la siguiente jerarquía: continente (*materik*), zona, país (*strana*), provincia (*provinciia*), subprovincia o grupo de regiones (*oblast*) y región (*rayon*). (Ver cuadro 5).

CUADRO 5

Principales grupos de factores formadores de relieve que se toman en cuenta para la determinación de las unidades regionales de distinto rango taxonómico (Voskresensky et.al. 1980).

Continente	Zona	País	Provincia	Subprovincia	Región

Diagrama de factores formadores de relieve:

- Continente: Tipo de corteza terrestre
- Zona: Tipo de movimientos neógeno-cuaternarios
- País: Intensidad de los movimientos neógeno-cuaternarios
- Provincia: Tipo de denudación y acumulación
- Subprovincia: Tipo de substrato
- Región: Intensidad de acumulación y denudación

La subdivisión taxonómica utilizada por los soviéticos, según Voskresensky (1980), se fundamenta en los siguientes principios:

1. Principio de la objetividad. Todo lo que se encuentra dentro de una región, zona, provincia, etc. es independiente del punto de vista del autor. Este se basa únicamente en las regularidades que presenta el desarrollo del relieve, y aunque en un futuro, o en etapas posteriores al trabajo tenga conocimientos más profundos sobre la zona y haya ajustes sobre las regiones, estas no deben cambiar sustancialmente.

2. Principio de la división completa. Es el más importante, y se refiere a que el territorio se divide en unidades de distinto rango taxonómico, es decir, unidades con similitud en morfología. Por lo tanto, no existe porción del territorio que quede fuera de algún rango taxonómico.

3. Principio de la determinación genética e histórica. Al diferenciar el relieve de un territorio del de otro, se establecen una serie de análisis respecto a los factores que indican el desarrollo del relieve. Dichos factores definen el carácter histórico del mismo (Aparecen en el cuadro 5)

4. Principio de la combinación de los factores formadores del relieve. Los factores genéticos del relieve se combinan para formar unidades, tal como se plantea en el cuadro 5.

5. Principio de la variabilidad y contigüidad de las regiones. Conocido también como el principio del carácter variable de los límites entre las regiones, ya que éstos, por lo general no son claros, salvo si el límite está marcado por un rasgo tectónico importante. Por eso se suele considerar un límite como una franja entre dos regiones y no una línea.

6. Principio de la relación con los fenómenos geográficos actuales. Se refiere a que cuando se lleva a cabo una regionalización, no es posible solo analizar los procesos endógenos, sino los procesos exógenos actuales, pues también, aunque en menor grado, son útiles para definir las regiones. Esto se expresa a través de los fenómenos climáticos, edafológicos, biogeográficos, entre los más importantes.

Estos son dos de los principales ejemplos que se pueden citar. Sin embargo, existen otros puntos de vista sobre la regionalización del relieve. Algunos de ellos poseen un carácter fisiográfico, como los que se mencionan como

antecedentes de la regionalización en México, detallado en la introducción de este trabajo.

II. MARCO GEOGRAFICO GENERAL

La región en estudio se ubica en la parte centro - occidental de la República Mexicana. Su superficie es de aproximadamente 837 246 km cuadrados. Un 35 % corresponde a superficies de tierra firme (incluyendo islas); el resto, a superficies del Océano Pacífico (incluyendo el Golfo de California).

Las coordenadas extremas de la región citada son 17° y 24° de latitud norte y 101° y 112° de longitud oeste (ver figura 2). Queda comprendida en las hojas Guadalajara, geológica, e Islas Revillagigedo, batimétrica; ambas editadas por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en escala 1:1 000 000. Cabe aclarar que la parte del fondo oceánico correspondiente a la hoja Guadaluajara que no aparece en la Islas Revillagigedo, se obtuvo de la hoja Costa Suroeste 1:1 000 000 de la misma serie.

Las entidades federativas que en su totalidad forman parte de la zona en estudio son: Jalisco, Nayarit, Colima y Aguascalientes; Michoacán se encuentra casi por completo, excepto una mínima porción oriental. Están incluidos también en la región: la mitad sur de los estados de Zacatecas y Sinaloa, las porciones occidentales de los estados de Guerrero y San Luis Potosí, y los extremos meridionales de los estados de Durango y Baja California Sur.

Entre las poblaciones importantes destacan: Guadalajara, Morelia, Guanajuato, Tepic, Colima, Aguascalientes y Zacatecas, como capitales de estado. Además: Irapuato, Salamanca, Uruapan, Lázaro Cárdenas, Nueva Italia, Apatzingán, Cd. Guzmán, Lagos de Moreno, Puerto Vallarta, Fresnillo y Mazatlán.

La mayor parte de la información sobre el medio físico fue tomada de las Síntesis Geográficas de la Secretaría de Programación y Presupuesto; los límites fisiográficos se obtuvieron según los criterios de varios autores: Ordoñez (1946), Raisz (1959), Álvarez Jr. (1961) y Quiñones (1987). Sobre actividades económicas y población, se consultó la obra de Bassols Batalla (1986).

Teniendo en cuenta lo anterior, para la zona en investigación se consideran las siguientes provincias fisiográficas: Península de Baja California, Planicie Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Altiplano Central, Cinturón Volcánico Transmexicano, Sierra Madre del Sur y Depresión del Balsas-Tepalcatepec (figura 3).

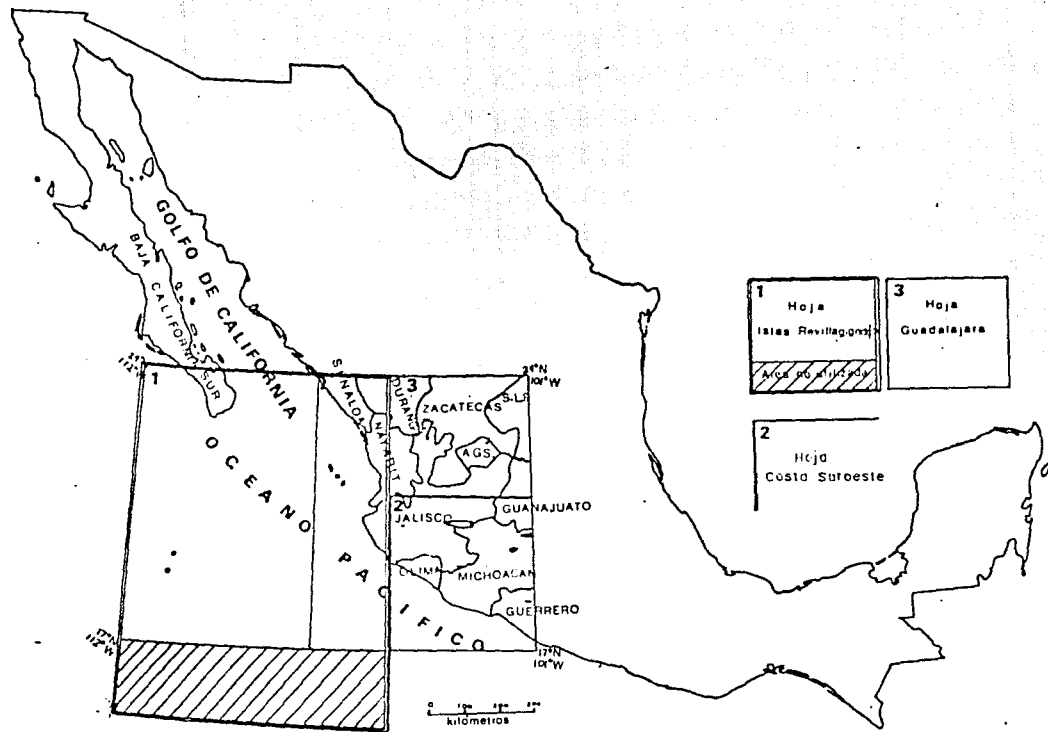


Figura 2. Ubicación de la zona en estudio y sus entidades federativas.

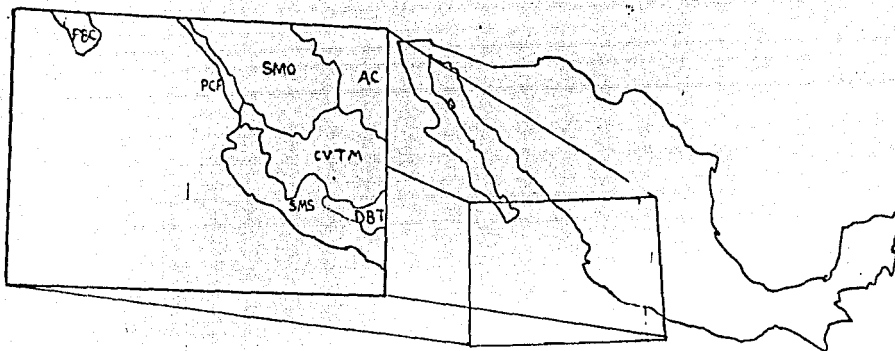


Figura 3. Provincias fisiográficas comprendidas en la zona en estudio

- (PBC) Península de Baja California.
- (PCP) Planicie Costera del Pacifico.
- (SMO) Sierra Madre Occidental.
- (AC) Altiplano Central.
- (CVTM) Cinturón Volcánico Transmexicano.
- (SMS) Sierra Madre del Sur.
- (DBT) Depresión Balsas-Tepalcatepec.

Península de Baja California (PBC)

Solamente se considera en la descripción al extremo sur de la península, abajo de los 24 grados de latitud norte, área que se conoce también como región del Cabo (Hammond, 1954) y hacia el occidente, parte de lo que se conoce también como Cuenca Purisima-Iray (Alvarez, 1961; Lopez Ramos, 1961).

A grandes rasgos, la región está compuesta por sierras de rocas ígneas intrusivas, como granito y granodiorita, y en menor extensión extrusivas del Neógeno, son dos las sierras principales. La Victoria y la Trinidad, separadas entre sí por la depresión de Miraflores. Por las laderas de las montañas y por la depresión únicamente corren arroyos de temporada, cuyos tributarios bajan de las sierras. Hacia el oeste se extienden grandes mantos de piedemonte (bajadas) que suavizan su pendiente hacia las planicies o directamente chocan con la costa.

En las partes más bajas y cercanas a la costa los climas son secos, los semiáridos extienden a lo largo del pie de las sierras; los templados con régimen de lluvias de verano, se concentran únicamente en las cimas de la Sierra La Victoria, hecho que está favorecido por el factor altitudinal. Las temperaturas medias anuales varían de 22° C en las partes bajas a 16° en las partes más elevadas de La Victoria. En la misma forma, las precipitaciones varían de 200 mm a 600 mm.

Las regularidades climáticas, influidas en buena parte por el factor altitudinal, condicionan los pisos de vegetación. Así, en las partes más bajas se extienden los matorrales sarcocaulales (el cardonal), pasando a selva baja caducifolia conforme aumenta la altitud; culminando con los bosques de encino y, en forma restringida, las de encino-pino en las cumbres de la Sierra La Victoria.

El clima no condiciona los tipos de suelos en la misma forma que lo hace con la vegetación, sino que tienen mayor influencia de la litología. La mayor parte de los suelos de la región de los Cabos presentan fases líticas, al grado que los regosoles y litosoles dominan en la mayor parte de las superficies. Sin embargo, en los valles y depresiones hay fluvisoles, y, dispersos en las elevaciones, cambisoles.

La agricultura está prácticamente ausente en la región, a causa de las condiciones impuestas por el clima; sin embargo, hay áreas donde se practica agricultura de riego, como en el valle de Los Planes en el extremo norte. Las actividades económicas están enfocadas al turismo, muy poco a la minería. La pesca aumenta en importancia, actividad que caracteriza a la Región Noroeste. Por último, al igual que toda la península, esta región se caracteriza por su baja densidad de población y escasas vías de comunicación terrestre.

Planicie Costera del Pacífico (PCP)

Esta provincia comprende a la mayor parte de los estados de Nayarit y Sinaloa. Limita al este con la Sierra Madre Occidental y al sur con el extremo occidental del Cinturón Volcánico Transmexicano.

Su relieve es principalmente de planicies aluviales, deltaicas y marinas, aunque son también comunes los lomeríos y pequeñas sierras aisladas, las cuales suelen considerarse, debido a su composición litológica, como partes marginales de la Sierra Madre Occidental (Ordoñez, 1946).

Los sistemas fluviales que drenan la región son cursos bajos de grandes corrientes que descienden de la Sierra Madre Occidental a través de cañones y al llegar a la planicie divagan en forma sinuosa hasta las marismas, las lagunas costeras, o directamente al mar.

La porción sur posee climas cálidos subhúmedos a lo largo de la costa de Nayarit. Hacia el pie de la Sierra Madre ganan terreno los semicálidos subhúmedos y manchones de cálido húmedo cerca de Acaponeta. Hacia el norte de esta provincia se observa claramente la desaparición de los climas cálidos tropicales subhúmedos a favor de los semiáridos, los cuales empiezan a ser notorios al norte de Mazatlán, lo que anuncia la proximidad con los climas más áridos de esta

provincia que corresponden al sur de Sonora. Dada la mínima influencia altitudinal, las bandas de los tipos climáticos están dispuestas en forma paralela de norte a sur.

Las temperaturas medias anuales fluctúan entre 24 y 26 grados centígrados; mientras que en las Islas Marias, entre 20 y 24 grados centígrados. Las precipitaciones fluctúan más que las temperaturas, ya que van de 1200 en el sur a 500 mm en el norte.

Los suelos están condicionados en gran medida por el relieve, el clima y la hidrología; de tal manera que en los deltas y marismas están muy bien representados los solonchaks gleyicos y los gleysoles, suelos de inundación. En el resto de la planicie dominan los fluvisoles y cambisoles, por otra parte, en las sierras y lomeríos los regosoles y litosoles, suelos rocosos.

En la mayor parte de esta provincia la agricultura es de temporal, sin embargo, también la hay de humedad del suelo. Por su parte, la agricultura de riego gana terreno hacia el norte donde aumenta la aridez.

La vegetación natural, pese a que ha quedado confinada a pequeños manchones, se pueda observar en zonas pantanosas cercanas a la costa o sobre las sierras aisladas; en el primer caso se trata de manglares, en el segundo de selvas bajas caducifolias. El resto del territorio ha sido ocupado por cultivos.

Las actividades económicas más importantes son la agricultura y la ganadería; por otro lado, el turismo se ha desarrollado en Mazatlán. Las vías de comunicación son otro aspecto importante en esta zona, ya que constituyen un elemento vital que une a Nayarit y Sinaloa con el resto de la Región Noroeste, pues a través de tales vías se transportan los productos hacia el resto del país. Una de las carreteras nacionales más importantes es la Guadalajara-Mexicali, además del ferrocarril paralelo a esta.

Sierra Madre Occidental

Esta provincia limita al oeste con la Planicie Costera del Pacífico, al este con el Altiplano Central y al sur con el Cinturón volcánico Transmexicano; sin embargo, tales límites no son muy precisos, sobre todo con el AC y el CVTM.

La SMO, dado lo abrupto de su relieve durante mucho tiempo ha constituido una barrera natural para el hombre; incluso a la fecha, son muy pocas las vías de comunicación que la cruzan. Durante siglos, los misioneros, conquistadores y aventureros tuvieron que bordearla o simplemente explotar el mineral en sus márgenes, ignorando lo que en ella había. Es hasta fines del siglo pasado que un investigador

extranjero la explora longitudinal y transversalmente (Lumholtz, 1904), asignándole el nombre de El México Desconocido, nombre mismo que lleva su interesante obra.

Litológicamente esta compuesta por unidades de ignimbritas en bloques de falla, cuya expresión morfológica es de una serie paralela y alterna de sierras y depresiones, donde las elevaciones por lo general son mesas que en algunos casos están disecadas por cañones profundos. Los ríos principales tienen sus cabeceras en las partes altas de la sierra, excepto el río Mezquital, mismo que nace en el Altiplano Central y cruza transversalmente la SMU.

La mayor parte de los climas de esta región son templados semihúmedos y en las partes más elevadas es templado con cierta tendencia al frío de altura; en los cañones son semiaridos, dada la dificultad de la llegada de masas húmedas.

Las temperaturas medias anuales varían en las cimas entre 14° y 16° C, con heladas frecuentes en la mayor parte de los meses del año; en los cañones y depresiones varían entre 20° y 22° C.

Los suelos, en su mayoría son regosoles, cambisoles, litosoles y en algunos lugares del sur se presentan luvisoles. Las condiciones topográficas, y en algunos casos climáticas e hidrológicas, no permiten que exista una agricultura importante, reduciéndose tal actividad económica a pequeños parceleros temporales que se concentran en los fondos de las barrancas.

La vegetación está constituida por comunidades de bosques de encino (*QUERCUS* spp.) y de encino-pino. Entre las coníferas sobresalen el *PINUS BALBOVIA*, *PINUS TEEDEI* y *JUNIPERUS* spp. Es así que la explotación forestal es una de las actividades económicas más importantes de esta región.

Altiplano Central. (AC)

Es la provincia de elevaciones bajas, planicies y niveles de base locales que están arriba de los 1000 metros sobre el nivel del mar y está bordeada por los principales sistemas montañosos del país, estos son las Sierras Madres Occidental y Oriental y el CVM al sur. Es también conocida como Mesa o Meseta Central (INGEI, 1931 y Raisz, 1959), pero aquí se prefiere usar el nombre de Altiplano Central (Ordoñez, 1946 y López Ramos, 1981).

El AC está constituido por planicies fundamentalmente acumulativas, interrumpidas con pequeñas sierras y lomeros de rocas plegadas hacia el NE y de rocas volcánicas ligadas a la SMU hacia el sur y el oeste. Son menos abundantes las planicies y mesas de lava, las cuales se concentran en el

sur.

Los escurrimientos permanentes en ésta región son prácticamente escasos, limitándose a ríos al pie de la SMO, como el río Verde en los Altos de Jalisco, al SW de la provincia en cuestión. Hay otros de menor escurrimiento al NW de Zacatecas. Los cauces son en su mayoría arroyos de temporal que bajan de las montañas y se pierden en las planicies, son represados o forman charcas o lagunetas en los bolsones del norte. Tal situación es posible explicarla si se consideran las dimensiones de las cuencas de captación, dada la morfología particular de lo que es un altiplano, y, por otro lado las condiciones climáticas de una elevada aridez al centro de la provincia.

Los climas semisecos y secos son los predominantes en la región. Los primeros se localizan al SW de Zacatecas y norte de Jalisco; los segundos aparecen hacia el NE, donde caracterizan el paisaje del centro del estado de San Luis Potosí. La canícula, un receso de la lluvia en el verano, aumenta hacia el noroeste y en ese mismo sentido disminuye la cantidad de precipitación, de 600 mm en Zacatecas a menos de 400 mm en San Luis Potosí. Las temperaturas medias anuales en casi toda la zona varían entre 14 y 16 grados centígrados.

Los suelos son en su mayoría los típicos de climas áridos. En Zacatecas hay regosoles y algunos luvisoles en mesas de lava un poco elevadas; hay xerosoles y castañozem en planicies. En el NE, donde las condiciones de aridez son mayores, predominan los xerosoles.

Al SW de la provincia la vegetación es de pastizal natural con huizachal, estando representadas *Acacia* spp., *Aristida* sp y *Munierbergia* sp. En el centro de la provincia, abarcando áreas de los límites entre Zacatecas y San Luis Potosí, predominan las nopaleras (*Opuntia* sp.); hacia el NE de la Zona, que es la parte más árida, elementos del matorral rosetorillo como el *Prosopis* spp. y el *Basyliroa* sp. (sotol) forman parte de la comunidad.

La agricultura se concentra hacia el sur y en algunos lugares del estado de Zacatecas, donde se combina la de riego con la de temporal. Una de las actividades más importantes es la minería, actividad que los une a la Región Norte (Bassols, 1986). En tales lugares se concentran históricamente importantes núcleos de población en la zona como Zacatecas, Fresnillo, San Luis Potosí y Guanajuato. Uniendo estas zonas hay importantes vías de comunicación como carreteras y ferrocarriles, mismas que tienen una base histórica importante.

Cinturón Volcánico Transmexicano. (CVTM)

Es la provincia fisiográfica que cruza transversalmente el centro del país, de este a oeste; es la mejor estudiada en

el aspecto geográfico y la más poblada.

Está constituida por una cadena de aparatos volcánicos principalmente cuaternarios y de lavas que van de ácidas a básicas en las que predominan las andesitas. Entre los aparatos volcánicos se encuentran domos, calderas, volcanes compuestos y conos de escoria.

Otro rasgo que caracteriza a esta provincia es una serie de fosas rellenas con sedimentos, sobre todo en la porción occidental, que es la que ocupa la zona del presente estudio.

Los climas están notablemente influenciados por el factor altitudinal, aunque también los vientos y las masas de agua juegan un papel importante en su distribución. En las partes más altas, como el Nevado de Colima (4242 m) y el Volcán de Colima (3890 m), se tienen climas fríos de alta montaña, seguidos hacia abajo inmediatamente por los templados subhúmedos que son los característicos de la mayor parte de la provincia. Sin embargo, en algunos lugares son más húmedos como en la Mesa Tarasca. En Nayarit, el factor altitudinal da por resultado un clima cálido subhúmedo. Los climas semiáridos son escasos, pero empiezan a aparecer hacia el norte. Por otra parte, los climas, en su mayoría, son templados subhúmedos dado que la mayor parte de la provincia está entre los 1500 y 2500 metros. Los ríos más importantes son el Lerma, el Santiago y el Verde.

Pese a que en la mayor parte del material parental de los suelos es volcánico, hay una diferencia notable en sus tipos: predominan los regosoles y los litosoles en aparatos volcánicos recientes y zonas aledañas. Los luvisoles están muy extendidos, así como los cambisoles y feozems, sin embargo en algunas zonas hay predominancia de andosoles. En el Bajío predominan los vertisoles, suelos oscuros y arcillosos que caracterizan a esa región.

Las comunidades vegetales originales son escasas, pues gran parte ha sido afectada por el hombre y sus actividades. Pese a ello todavía es posible reconocer asociaciones y pisos altitudinales. Estos últimos son por lo general, en orden ascendente, los bosques de encino, los de encino-pino, el de oyamel (*Abies religiosa*), restringido ciertas zonas, y por último el *Pinus hartwegii* asociado a pastos andinos. Tal secuencia no se encuentra completa, excepto en el Nevado de Colima. Por otro lado, hay también matorrales subtropicales en el Bajío y en los bordes del Lago de Chapala. Dicha asociación tiene como principal elemento a la *Acacia pennatula* (muizache). La selva baja caducifolia está muy bien representada en Nayarit por *Eurycaria* spp.

Los bosques de pinos están más extendidos en la Mesa Tarasca de Michoacán, cuyos principales representantes son *Pinus michoacana*, *Pinus oocarpa*, *P. montezumae*. En las zonas lacustres predomina la *Lybba* sp., también conocido como tule.

La agricultura, dedicada en su mayor parte a cereales básicos, es temporalera. En la región del Bajío la agricultura comercial es muy importante; en Nayarit el cultivo de caña de azúcar y tabaco; dado el desarrollo de la ganadería en el Bajío la agroindustria ha cobrado gran relevancia.

La industria ligera es muy importante en esta región, ya que hay un corredor de Guadalajara hacia Irapuato, es una de las zonas mejor comunicadas del país tanto en carreteras como vías ferreas.

Esta porción del CVIM, junto con la parte oriental del mismo constituye el centro histórico del país y las zonas más pobladas del mismo (Bassols, 1986).

Sierra Madre del Sur. (SMS)

Esta provincia se extiende desde Punta Sayulita, al norte de Bahía de Banderas en Nayarit, hasta el Istmo de Tehuantepec; por lo tanto, aquí se considera aproximadamente la mitad de toda la unidad. Limita al NW con el CVIM, al NE con la Depresión del Balsas-Itepcatepec y al sur con el Océano Pacífico.

Se eleva hasta los 1500 m sobre el nivel del mar. La planicie costera es muy estrecha o está ausente.

Es una de las provincias geológicas más complejas y heterogéneas de la república en cuanto a lo que se refiere a la estratigrafía. Esta constituida tanto por esquistos paleozoicos y mesozoicos, como granitos de diversas edades, rocas sedimentarias plegadas y sin plegar, e incluso por rocas volcánicas de varias edades. La morfología general es de montañas, interrumpida en algunos lugares por depresiones como la de Colima, la del Balsas o la de Banderas. El río Balsas es uno de los principales colectores de tributarios que bajan de la sierra, otros son el Coahuayana y el Armería que desembocan junto a la costa de Colima.

Los climas, influenciados por la orografía y las masas de agua oceánica, presentan grandes contrastes. A lo largo de la costa y en las depresiones son cálidos subhúmedos y templados en las partes más elevadas de la sierra. Los regímenes pluviales son de verano y se concentran de agosto a octubre. Las temperaturas medias anuales son de 26 grados en la costa y 18 grados en las cimas; y las precipitaciones de 600 mm a 1200 mm, respectivamente.

La mayor parte de los suelos son regosoles y cambisoles, poco aptos para el cultivo, ya que estos son de temporal. Por otra parte, la vegetación, a diferencia del CVIM, está mejor conservada. Las selvas bajas caducifolias son la principal comunidad ecológica, cuyos principales

representantes son la *Bursera microphylla simaruba* y *Ficus* sp.; en las cartas de la Síntesis Geográfica de Jalisco (SPP, 1981) aparece reportado un bosque mesófilo de montaña en ciertas zonas muy restringidas. Además, en las partes altas de la sierra hay bosque de pino y encino. En las costas con esteros hay manglares.

Las red de vías de comunicación esta poco extendida en esta provincia. Hay una vía férrea que une el puerto de Lázaro Cárdenas con Uruapan y la carretera del litoral constituye otra vía muy importante de reciente construcción.

Otra de las actividades importantes de esta región es la producción de energía eléctrica de las presas La Villita y el Infiernillo, las cuales también pertenecen a la Depresión del Balsas-Tepalcatepec. La actividad industrial se concentra únicamente en el Puerto de Lázaro Cárdenas.

Depresión del Balsas-Tepalcatepec. (DBT)

Aunque algunos autores la incluyan como parte de la Sierra Madre del Sur, geomorfológicamente es un área deprimida y muy bien diferenciada de una sierra. Palacio P. (1985) menciona que los límites de esta provincia no han sido establecidos con exactitud, por lo que deben considerarse los criterios topográfico y geológico.

Los climas son cálidos seminúmedos en las partes más elevadas, en las más bajas calidos semisecos como en la presa del Infiernillo. La parte más baja de la región se caracteriza por llegar a registrarse en ella las temperaturas medias anuales más elevadas, no solo de la provincia, sino de todo el país; son de orden de los 28°C, de donde viene el nombre de "Tierra Caliente". Las precipitaciones anuales van de los 1200 mm en las partes más elevadas a los 500 mm en Sta. Cruz Oropeo, al norte de la presa del Infiernillo.

Los tipos de suelo son por lo general continuación de los del CVIM y la SMS; sin embargo, en la planicie del Tepalcatepec se extiende el tipo de los vertisoles pelicos, suelos oscuros y arcillosos donde se desarrolla una importante agricultura de riego proveniente de los caudales de los ríos.

La agricultura temporalera no deja de ser importante, sobre todo en las inmediaciones de Apatzingán y Nueva Italia.

III. TECTONICA Y GEOLOGIA REGIONAL

A. Generalidades.

El presente capítulo tiene como objetivo presentar un breve resumen de la estratigrafía y la evolución geológica del occidente de la República Mexicana, con la finalidad de mostrar el marco de referencia que tuvo el análisis del mapa morfogenético. Asimismo, la información sirvió de base para la asignación de edades a las estructuras y para llevar a cabo la correlación de los eventos con las formas del relieve.

La información que se presenta en este capítulo se basa en el análisis de cartas geológicas en varias escalas y básicamente en numerosos trabajos, entre los que se pueden citar: Aguayo (1983), Allan (1986), Anderson y Davis (1973), Beck Jr. et. al. (1981), Bourgois et. al. (1987), Campa (1978), Campa et. al. (1981), Campa et. al. (1982), Campa y Coney (1983), Cepull y Shurbet (1987), Connor (1987), Demant (1978), Demant (1982), Demant y Koojin (1975), Francheteau et. al. (1984), Gastil et. al. (1979), Gonzalez et. al. (1986), Hammond (1954), Hasenaka y Carmichael (1985), Herrera Cedillo (1983), Lopez Ramos (1983), Luhr y Carmichael (1981), Mahood (1980), Moore y Buffington (1968), Mooser (1972), Moran 2. (1986), Nieto et. al. (1985), Nixon (1982), Nixon et. al. (1987), Ortega-Gutierrez (1981), Pasquare et. al. (1987), Stewart (1978) y Venegas et. al. (1985).

Como se puede notar en lo anterior, existen numerosos trabajos referentes a la tectónica del territorio mexicano y áreas adyacentes, sin embargo, aun no se tiene un esquema global que permita explicar su evolución geológica. A pesar de ello, aquí se ha tomado en cuenta un modelo que pretende aportar una idea global de la evolución tectónica del territorio, cuyos conceptos están contenidos en la Carta de Terrenos y Conjuntos Estratotectónicos, editada por el Instituto Mexicano del Petróleo. Una porción de dicha carta aparece en este trabajo como parte de la información del mapa 1.

El enfoque, que los geólogos del Instituto Mexicano del Petróleo han plasmado en la carta mencionada, tiene su base en los conceptos de Coney, los cuales a su vez forman parte de la teoría de la tectónica acrecional dados a conocer por Campa y Coney (1983) y Gonzalez et. al. (1986).

Dicho modelo de interpretación de la tectónica del territorio presenta la ventaja de conjugar la estratigrafía con la evolución tectónica del territorio, enfoque que Gonzalez et. al. (1986) considera muy reciente en México.

La tectónica acrecional trata de explicar la complejidad estructural de un territorio, mencionando que este está constituido por un mosaico de terrenos geológicos de

diferente naturaleza que en algunos sectores, como el que conforma la región sur del país, presentan una disposición muy irregular. Dicha irregularidad se manifiesta en el hecho de que algunos terrenos no guardan las tendencias generales de otros adyacentes en cuanto a orientación y estructura.

El modelo de la tectónica acrecional propone dos conceptos fundamentales, los cuales están expresados en la carta. Ellos son:

-Terrenos estratotectónicos. Son unidades de extensión regional, compuestas por una secuencia generalmente vertical de conjuntos petrotectónicos que son participes de una misma historia geológica, representados en la homogeneidad litoestratigráfica interna, diferente de la historia de los terrenos adyacentes.

-Conjunto petrotectónico. Es una unidad básica en el análisis de los terrenos estratotectónicos, el cual agrupa secuencias de rocas por razones de similitud de facies, que fueron originadas bajo la influencia de un mismo evento tectónico, generado por la interacción de las placas litosféricas.

La zona en estudio (mapa 1) está comprendida dentro de los terrenos estratotectónicos siguientes:

1) La Paz. Ocupa la porción sur de la península de Baja California. A él corresponden los conjuntos petrotectónicos: La Paz indiferenciado, constituido por rocas metaplutónicas de edad posiblemente paleozoica y mesozoica; además por rocas plutónicas de edad cretácica y, en menor medida, del Paleógeno.

2) Guerrero. Es el terreno que ocupa más extensión dentro de la región y presenta tres divisiones dentro del mismo: a) Sinaloa. En él aparecen el conjunto guerrero Metamórfico (P-M?) y sedimentos volcánicos de la formación Alisitos (J-K), el volcánico Tarahumara, basaltos (L) y sedimentos del Neógeno-Cuaternario. b) Guerrero, que incluye al guerrero Metamórfico, a las unidades de la Formación Alisitos y sedimentos marinos, intrusiones laramídicas (K) y postlaramídicas (K') y (L), así también se presentan otros como molasas que se engloban dentro de la Formación Balsas (K'B), el conjunto Tarahumara-Nanus (L'N) y Tarahumara (L'A) del Neógeno-Cuaternario y sedimentos jóvenes (L'A). y por último el Chihuahua, cuyos conjuntos más antiguos están representados por una unidad similar al Guerrero Metamórfico, que incluye metasedimentos posiblemente del Paleozoico superior, así como metacalizas, lutitas y limolitas en zonas cercanas a Guajuato; los más jóvenes están representados por las rocas volcánicas terciarias del conjunto Tarahumara, ligados a la SMU; y como en todos los casos, sedimentos del Neógeno y Cuaternario (L'A) rellenan cuencas.

3) Sierra Madre Oriental es el terreno que aparece en la porción noreste de la zona. De la gran cantidad de conjuntos petrográficos que comprende desde el Precámbrico, solo aparecen los siguientes: el conjunto Charcas, cuya representante mejor conocida en la Formación Zacatecas del Triásico superior; los conjuntos Huayacocotla y Nazas del Jurásico inferior que contienen a las formaciones de los mismos nombres; el conjunto Valles del Jurásico Superior, contemporáneo al evento Alisitos del terreno Guerrero; posteriormente aparece el conjunto Altiplano-Golfo, que comienza a marcar los primeros ambientes marinos del antiguo Golfo de México; el conjunto Plataforma Mar Mexicano, cuya formación superior corresponde a la famaulipas Superior del Cretácico inferior; el conjunto Mexica, que marca la víspera de la revolución Laramida, cuyas formaciones representantes son la Agua Nueva, San Felipe y Mendez del Cretácico Superior; el conjunto Ahuichila está representado por las molasas del tipo El Morro del Terciario inferior; el conjunto Tarahumara Nahua del Terciario Medio; y por último, conglomerados, suelos y areniscas del Neógeno y Cuaternario (TA).

4) Parral es un terreno de escasa extensión en la zona, ocupando la porción noroeste del Altiplano Central con pocos conjuntos, los que también aparecen en los terrenos adyacentes. Es así que el conjunto Mezcalera corresponde al Altiplano Golfo del terreno Sierra Madre Oriental y en forma restringida aparece uno que se puede correlacionar con el conjunto Plataforma Mar Mexicano, ambos del Cretácico. El conjunto Tarahumara es la extensión del mismo de la SMO.

De lo anterior se puede concluir que a cada terreno corresponde una columna particular de conjuntos petrotectónicos, los que a su vez poseen una columna particular de unidades litoestratigráficas. El detalle de cada columna se hará en la parte correspondiente a estratigrafía.

Otro aspecto que se puede apreciar, y que de hecho queda muy bien expresado en la carta morfogenética, es la gran extensión que ocupan las rocas pertenecientes al conjunto Tarahumara y Tarahumara Nahua, mismos que reflejan la gran actividad volcánica del Terciario.

Por último, cabe hacer notar que la Carta de Terrenos y Conjuntos Estratotectónicos (1986) ha recibido muchas críticas. Bastii (comunicación personal) señala que los límites que dicha carta muestra entre los terrenos no son muy precisos, ya que tienen poca fundamentación petrográfica y mineralógica y su base está solo en la estratigrafía. Sin embargo, la carta en cuestión, a pesar de tener carácter hipotético y preliminar, tiene la ventaja de que intenta conjugar la estratigrafía con la tectónica; de tal manera que será una de las bases para futuras cartas tectónicas más detalladas que sintetizan la evolución tectónica del

territorio mexicano. Por otra parte, en la presente investigación ha jugado un papel muy importante para sacar conclusiones de tipo genético que apoyan el levantamiento geomorfológico analítico y el sintético.

B. Estratigrafía.

Sobre este tema hay gran cantidad de trabajos. Sin embargo, hay lugares del territorio en los que las unidades litoestratigráficas y los límites entre ellas no se conocen todavía con precisión; o bien, hay una gran confusión cuando dichas unidades presentan gran complejidad. Ello es lógico en esta región, ya que la misma historia tectónica es muy compleja. A pesar de ello, existen zonas que presentan cierta homogeneidad que facilita su estudio; o bien, hay zonas que presentan ventanas creadas por la erosión o por levantamientos y que permiten observar columnas de rocas más antiguas y basamentos.

Dentro del marco de los terrenos y conjuntos estratotectónicos, tema tratado anteriormente, se encuentran columnas estratigráficas interesantes. A continuación se detallan algunas de las unidades litoestratigráficas importantes que caracterizan a las eras y períodos geológicos que tienen su expresión en el área en estudio.

1. Paleozoico.

Los afloramientos de rocas de esta era son muy escasos a lo largo de la zona estudiada. En el Altiplano Central afloran algunas formaciones de rocas metavolcánicas al sur de Durango (López Ramos, 1983). Por otro lado, en la Sierra Madre del Sur, las rocas más antiguas han sido reportadas por Campa et. al. (1982) y corresponden a metavolcánicas y filitas de las cercanías de Arteaga en Michoacán. De tal manera que los pocos materiales de esta era están incluidos dentro del conjunto petrotectónico Guerrero Metamórfico (mapa 1).

2. Mesozoico.

Los períodos que comprenden esta era están mejor representados y mejor distribuidos en el área que los de la era anterior. Al Mesozoico le corresponden rocas ígneas intrusivas y extrusivas, sedimentarias y metamórficas. Sin embargo, sus afloramientos ocupan un área mínima si se comparan con aquellos del Cenozoico.

El Triásico es el período de esta era con menor expresión y sus afloramientos están ubicados únicamente en el Altiplano Central, incluido dentro del conjunto petrotectónico Guerrero Metamórfico (metavolcánicos, metacalizas, lutitas y limolitas). Igualmente, en el área del Altiplano Central, bajo influencia del basamento del terreno

Sierra Madre Oriental, aflora la Formación Zacatecas del Triásico Superior, cuya litología corresponde a rocas sedimentarias marinas parcialmente metamorizadas, las que para Coney (1963) constituyen un aloctono de origen desconocido. Sobre tal formación cabe señalar dos datos interesantes: es contemporánea de la formación Huizachal de la Sierra Madre Oriental y, en el área minera de Zacatecas está intrusionada por un porfido andesítico de rocas verdes del Cretácico (López Ramos, 1983).

El Jurásico está representado tanto en el Altiplano como en la Sierra Madre del Sur, siendo en esta última provincia donde se encuentra mejor expuesto. Para el caso del Altiplano los afloramientos de este período pertenecen al terreno Sierra Madre Oriental y las mismas formaciones aparecen para el terreno Parral. El conjunto petrotectónico más importante de esta región es el que abarca el grupo de formaciones Altiplano-Golfo y el conjunto Mezcalera, ambos del Jurásico Medio-Superior y del Cretácico Inferior.

En la Sierra Madre del Sur, zona de alta complejidad estratigráfica, el Jurásico ha recibido una atención especial por Campa (1977). Esta muy extendido entre Michoacán y Guerrero y comprende dos conjuntos petrotectónicos importantes. Uno de ellos es el conjunto Guerrero Metamórfico, que consiste en secuencias volcanosedimentarias parcialmente metamorizadas representadas por la Formación Angueo (Js); el otro conjunto está representado por la Formación Alisitos (Js-Ki), el cual es una secuencia de rocas de un ambiente de arco volcánico y de rocas de un ambiente marino. En el fondo del Cañon de Juchipila en la Sierra Madre Occidental en Zacatecas aflora también la Formación Alisitos. Además, las mismas facies se vuelven a presentar al norte de la Península de Baja California en la vertiente del Pacífico, fuera de la zona que abarca la presente investigación.

El Cretácico Inferior en la Sierra Madre del Sur, está representado por facies volcánico-sedimentarias, mientras que al nordeste del Altiplano Central por sedimentos marinos de plataforma que pertenecen al terreno Sierra Madre Oriental. Las facies de plataforma marina se prolongan hasta el Cretácico Superior en el Altiplano, mientras que en la margen del Pacífico se presenta una serie de intrusiones graníticas con metamorfismo regional asociado, como en el conjunto La Paz Indiferenciado o en los conjuntos metamórficos de la Sierra Madre del Sur, constituidos por gneis, pizarras y mármoles, entre las rocas más representativas. Al evento que originó estas estructuras se le conoce como plutonismo laramidico.

El Cretácico finaliza con la formación de estructuras de flysch contemporáneo a la formación Mezcala del centro de México. El Eoceno está representado por depósitos tipo molasa conocidos como Formación Balsas, que afloran en la depresión cuyo nombre fue tomado para nombrar a tal unidad

litoestratigráfica. Por otro lado, en el Altiplano Central también afloran sedimentos similares a los de la Formación Balsas tanto en edad como en facies; dicha unidad corresponde al conglomerado rojo de Guanajuato y a los sedimentos de la Formación Ahuichila que afloran en diversos lugares del Altiplano en San Luis Potosí.

Del Terciario inferior hay rocas ígneas intrusivas, pertenecientes al conjunto del plutonismo posaramídico (KT) y (T) que también se presenta en Sinaloa y en la Región de los Cabos de Baja California (mapa 1).

El conjunto Tarahumara corresponde al vulcanismo del Terciario, el cual comprende andesitas en su base e ignimbritas riolíticas en la parte superior, los cuales corresponden al Oligoceno y al Mioceno. El conjunto petrográfico forma lo que es la Sierra Madre Occidental, cuyo vulcanismo se prolonga hasta el Cuaternario con derrames basálticos que en algunos casos coronan a las ignimbritas. Dicho conjunto se extiende hacia el sur con el nombre de Tarahumara-Nahua, llegando incluso hasta la depresión del Balsas y al oriente de los estados de Guanajuato y Michoacán. El terreno Tarahumara-Nahua constituye el basamento del Cinturón Volcánico Transmexicano y abarca a las rocas cuaternarias de esta provincia. En términos generales Demant (1978) menciona que el CVIM está formado por rocas volcánicas de edad pliocuaternario de carácter fundamentalmente calcoalcalino donde predominan las andesitas.

En la Región del Cabo de la Península de Baja California la secuencia estratigráfica es muy similar a la del resto del área en épocas anteriores al terciario; sin embargo, hasta el Terciario Medio tiene ciertas afinidades con respecto a la parte continental de la margen oriental del Golfo de California, como lo muestra la Formación Comondú. Dicha formación, que apenas aflora en la región del Cabo, consiste en rocas volcánicas que para algunos autores corresponden al inicio del vulcanismo de la Sierra Madre Occidental en épocas anteriores a la formación del golfo. Así, las facies del Neógeno son muy distintas que las del resto del área en estudio. Las unidades litoestratigráficas del Neógeno en la Región del Cabo están constituidas por la formación Trinidad y Salada. La primera miocénica y la segunda pliocénica; ambas corresponden a ambientes marinos de plataforma, separadas por una discordancia erosiva (Hammond, 1954). Los sedimentos cuaternarios son ya detríticos continentales, lo que indica un levantamiento tectónico importante (Hammond, op. cit.).

Por último, el Cuaternario, tanto en Baja California como en el resto de la zona en estudio, también está representado por depósitos aluviales y conglomerados que rellenan depresiones.

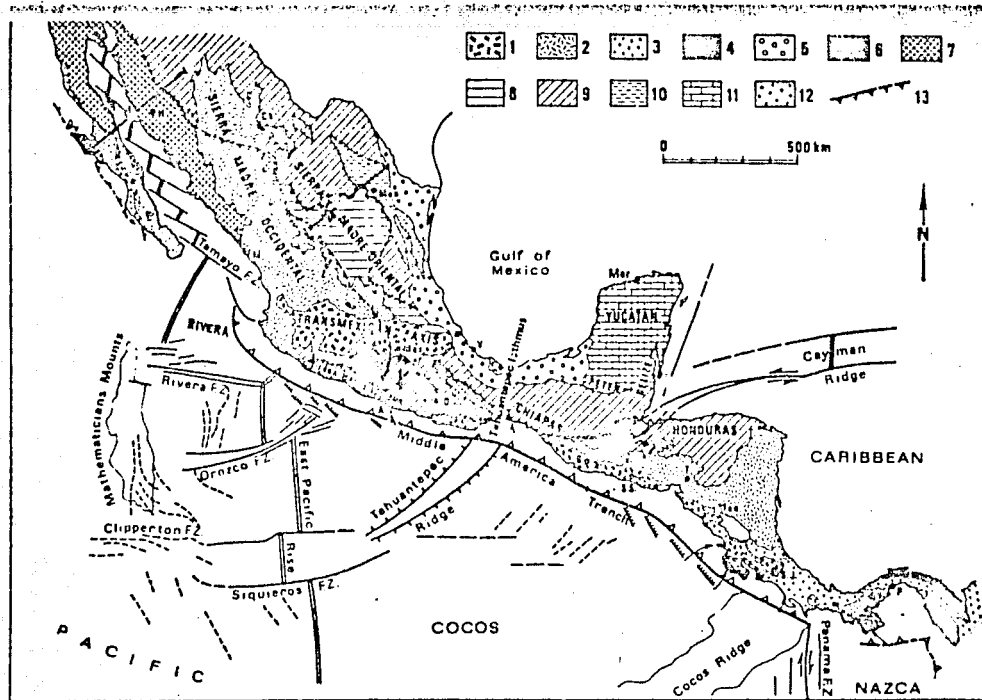


Figura 4. Mapa geológico generalizado de las principales estructuras mesozoicas y cenozoicas de México y América Central. (Auboin et. al, 1982), citado en Nixon et. al., (1986).

Símbolos: 1) Pliocuaternalio; 2) Oligoceno-Mioceno, Molasa; 3) marina, Cretácico-Cenozoico (Baja California); 4) Eoceno-Mioceno continental (Altiplano Mexicano y regiones al sur del CVTM); 5) Eoceno-Mioceno marino (Planicie Costera del Golfo de México); 6) Complejos oceánicos del Mesozoico; 7) Triásico-Cretácico inferior, rocas volcanoclasticas; 8) Terrenos alóctonos; 9) Plataforma autóctona con basamento del Paleozoico (incluye rocas volcanicas de Oaxaca); 10) Cuenca de Sabinas; 11) Cenozoico, plataforma de Yucatán; 12) Formaciones del Cenozoico de América Central; 13) principales corrientes.

Toda esta descripción es producto de una revisión bibliográfica y del análisis de cartas geológicas y de la observación y conclusiones sobre algunos afloramientos en el campo.

C. Evolución tectónica regional.

A lo largo de las últimas décadas, aspectos tales como los resultados de nuevos estudios de la tectónica y estratigrafía de América del Norte, basados en nuevas técnicas de estudio y teorías, han permitido la reconstrucción de la historia geológica de nuestro territorio.

La complejidad de la tectónica se manifiesta en el occidente de la República Mexicana aun en la dinámica que se puede observar en lo que respecta a la tectónica de placas (Figura 4). La historia también es muy compleja, y lo va siendo conforme cada investigador propone nuevas hipótesis. En el presente trabajo se toma como referencia la evolución geológica que a continuación se describe.

Coney (1983) caracteriza a los terrenos que comprenden a la zona en estudio por carecer de un basamento premesozoico conocido. Por lo tanto, la reconstrucción de la evolución tectónica del occidente del territorio se puede apenas armar desde el triásico, periodo representado únicamente en el Altiplano Central. Las facies del triásico indican la existencia de una orogénesis -posiblemente la Apalachiana- interpretada a través de los depósitos de flysch que tuvieron lugar durante una época en la que todavía no existía en Golfo de México, mismo que comienza a abrirse justamente a fines del triásico. El rift que formó al Golfo de México está ligado al del Océano Atlántico a través de una falla transformante. De esta época data la Formación Huizachal compuesta por sedimentos terrígenos.

A principios del Jurásico, en contraparte con la apertura del rift del Golfo de México, se forman arcos magmáticos en el Pacífico como consecuencia de la subducción de la placa de Kula. Durante esta época, surgen fallas transcurrentes como respuesta de dos regímenes distintos en el Golfo de México y en el Pacífico. Dichas fallas crean aloctonos como el de la Formación Cacatecas. Al cesar la apertura del golfo, las aguas del Pacífico invaden casi todo el territorio.

Al inicio del Cretácico, dos ambientes bien diferenciados caracterizan al territorio. Por un lado, en el Pacífico, como consecuencia de la subducción de las placas Kula y Farallon, se desarrollan arcos magmáticos pertenecientes a la Formación Alisitos cuyo desarrollo ya se había iniciado desde el Jurásico tardío; por otro lado, al NE, en lo que hoy es el Altiplano Central, existió un mar de

plataforma bajo una notable tranquilidad y con una extensión muy amplia.

A fines del Cretácico son adheridos los batolitos del Pacífico (Beck et. al., 1981). Al mismo tiempo, comienza la orogenia Laramide, la que se prolonga hasta el Eoceno. Por tanto, como consecuencia de la erosión de los grandes plegamientos de esta época, se depositan conglomerados en cuencas y el vulcanismo del Pacífico migra hacia el oriente.

En el Terciario Inferior la placa de Kula migra hacia el norte y Farallón es la que sigue en proceso de subducción. Así, durante el Oligoceno y parte del Mioceno, como consecuencia de la subducción de Farallón, se desarrolla un arco magnético de rocas pertenecientes al conjunto Tarahumara y Tarahumara-Nahua en casi todo el territorio en estudio. Dicho arco comprende fundamentalmente a las imbricatas de la Sierra Madre Occidental.

Como consecuencia del movimiento diferencial entre la Placa Norteamericana y la Placa Caribeña, por un lado; y por el otro, por el cambio del ángulo de rotación de la Placa de Cocos, lo cual ocurre durante el Mioceno tardío, se abre la Trinchera de Acapulco o Mesoamericana (Demant, 1978, 1982). Posteriormente, durante el Plioceno, la dorsal del Pacífico Oriental (EPR) da un salto desde su antiguo sitio, en lo que actualmente se conoce como las montañas de Clipperton y Matemáticos (figura 4), hasta su lugar actual, hacia el oriente. Casi al mismo tiempo o poco antes, la Placa de Farallón, prácticamente consumida, cesa la subducción.

Tanto el "brinco" que realizó la dorsal hacia el oriente, como el cese de subducción de Farallón, traen como consecuencia la apertura del Rift de California; por otro lado, un régimen extensional expresado en el sistema Basin and Range; y por otro, la subducción de Cocos y Rivera en la Trinchera Mesoamericana, lo que se manifiesta en el inicio el vulcanismo pliocuaternario del Cinturón Volcánico Transmexicano.

IV. METODO DE LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA

A. El mapa morfogenético.

- Metodo

Uno de los productos de la presente investigación es la carta morfogenética, documento que tiene por objeto representar las formas del relieve del occidente de la República Mexicana y clasificarlas de acuerdo con su origen.

La interpretación de la morfogénesis de tierra firme tuvo su base en dos aspectos fundamentales: la topografía y la geología en varias escalas (mapas 2 y 3). Sin embargo, todo el procedimiento cartográfico consistió en una serie de etapas que a continuación se mencionan.

La etapa inicial del trabajo consistió en la selección de los métodos y técnicas de cartografía por medio de los cuales se lograría una carta morfogenética sin mucho detalle y sin gran gasto de recursos. Por otro lado, se buscó la información básica: mapas geológicos y topográficos, entre los más importantes, así como la información bibliográfica regional sobre tectónica, geología, geomorfología y aspectos geográficos en general.

La segunda etapa, de interpretación, se inició con la identificación y delimitación de las formas del relieve en escala 1:1 000 000 con base en la información de los mapas topográfico y geológico, la que se complementó con una carta altimétrica en colores. Para la delimitación de las formas, también se consideraron los lineamientos tectónicos más importantes (ver mapa 1), estos se interpretaron de la misma topografía y de imágenes LANDSAT. Posteriormente, se estructuró una leyenda con base en génesis, formas, alturas relativas y absolutas.

Posteriormente se llevó a cabo la etapa de verificación de las formas interpretadas, sus límites y la caracterización de algunos detalles, como el grado de discción, tipo de estructura, edad, y procesos. Ello se logró con la consulta de cartas topográficas y geológicas en escalas mayores (1:250 000 y 1:50 000) y, por otro lado, con el auxilio de imágenes LANDSAT en la banda 7. Además, para fines de verificación fue fundamental la consulta de trabajos publicados sobre geomorfología, geología y tectónica, así como la observación de campo en áreas clave.

La cuarta etapa consistió en la clasificación de las unidades cartografiadas en tipos, formas y clases de relieve de tierra firme. Para ello se consultaron trabajos de cartografía geomorfológica en escala pequeña. Además, se tomaron en cuenta algunos valores morfométricos para correlacionarlos con los de las unidades cartografiadas.

Por último, se estableció la simbología y el diseño del mapa. Para ello se escogieron los colores y sombreados que permitieron representar las formas del relieve. Durante esta etapa se integró la información de tierra firme con la del fondo oceánico.

La representación del relieve del fondo oceánico implicó un método distinto, el cual consistió en las siguientes etapas:

La primera etapa consistió en la recopilación de información y el análisis de cartas batimétricas, base del trabajo. Posteriormente, se realizó la interpretación de las formas del relieve.

La segunda etapa fue la elaboración de una leyenda preliminar.

La siguiente etapa consistió en precisar las formas interpretadas, ajustando los límites de los elementos cartografiados. Ello se logró a través de la interpretación de perfiles batimétricos e información contenida en trabajos de investigación y de datos no publicados de cruceros oceanográficos en zonas determinadas.

Finalmente, el trabajo concluyó con la etapa de estructuración de la leyenda, para lo cual se dividió la información en tipos de relieve clasificados taxonómicamente, y en formas del relieve.

Los mapas elaborados por separado para tierra firme y el fondo oceánico se integran en uno solo en escala 1:4 000 000 (mapa 3). Resultó también un mapa 1:2 000 000 para tierra firme (mapa 2).

- Leyenda

La información del mapa morfogenético se dividió en tipos y formas del relieve, clasificados de acuerdo con su origen. En la carta hay un total de 55 tipos de relieve diferentes; a la tierra firme corresponden 41 tipos de relieve integrados en tres grandes grupos, diez símbolos correspondientes a formas y nueve símbolos complementarios; al relieve del fondo oceánico le corresponden tres tipos principales divididos en 14 unidades, doce símbolos para formas y seis para símbolos complementarios (Ver tablas 1 y 2)

En las tablas 1 y 2 se puede señalar que para representar los tipos de relieve se utilizan símbolos de área; para las formas de relieve, en cambio, solo se utilizan símbolos de área y lineales. Para los símbolos complementarios se suele utilizar los tres tipos de formas de

representación, de área, de punto o de línea. Lo anterior no es una regla, sino producto de la experiencia.

Por otra parte, es posible notar que la mayor parte de la información está compuesta por tipos del relieve.

· TABLA 1
DISTRIBUCION DE LOS SIMBOLOS UTILIZADOS EN EL MAPA MORFOGENETICO DE TIERRA FIRME.

TIPOS DEL RELIEVE	Número total de símbolos	Tipo de símbolo		
		área	punto	línea
TIPOS DEL RELIEVE	41	41	---	---
FORMAS DEL RELIEVE	10	7	---	3
SÍMBOLOS COMPLEMENTARIOS	9	6	2	1

· TABLA 2
DISTRIBUCION DE LOS SIMBOLOS REPRESENTADAS EN EL MAPA MORFOGENETICO DE FONDO OCEANICO.

TIPOS DEL RELIEVE	Número total de símbolos	Tipo de símbolo		
		área	punto	línea
TIPOS DEL RELIEVE	14	14	---	---
FORMAS DEL FORMAS	12	7	5	---
SÍMBOLOS COMPLEMENTARIOS	6	---	1	5

Para el relieve de tierra firme, en primer lugar, se tiene el tipo de relieve de montañas y elevaciones menores, el cual comprende cuatro subtipos:

a) Montañas. Son elevaciones de diverso origen: estructura de bloque, donde la roca modelada suele ser ígnea intrusiva y metamórfica; de rocas sedimentarias plegadas; de rocas volcánicas antiguas (anteriores al Paleógeno) y de rocas volcánicas del Paleógeno y Neógeno; de rocas ígneas intrusivas paleogénicas que no forman estructura de bloque. Inclusive, hay montañas con estructura compleja, es decir que combinan las variantes anteriores. Todo este grupo puede considerarse como relieve endógeno modelado y a la vez esta

subdividido en dos clases según la amplitud, es decir, la altitud de la cima a la base de cada unidad. Se tienen así montañas mayores y menores; en las primeras la amplitud es mayor a 600 metros y en las menores entre 200 y 600 metros.

b) Mesas. Corresponden a elevaciones de cima plana, cuyo origen puede ser volcánico, estructural o coronado por basalto; también hay mesas no volcánicas, las cuales pueden ser superficies niveladas en rocas no volcánicas, molasas, o bien pueden corresponder a piedemontes antiguos desmembrados por la erosión o a plataformas de marinas levantadas. Las mayores y menores se distinguen por el mismo rango que se ha establecido para las montañas. Sus particularidades morfológicas y el grado de disección se representa con símbolos complementarios.

c) Lomerios. Son elevaciones de laderas generalmente suaves cuya altitud es menor a 200 metros sobre su base. Tiene diversos orígenes, en algunos casos se trata de relictos de erosión que cubren grandes áreas, por lo que a algunos se les puede asignar la categoría de relieve denudatorio. Otras veces es relieve endógeno modelado. Sin embargo, la complejidad de este subtipo de elevaciones nos muestra que en algunos casos se trata de relieve endógeno de baja altura, producto de una tectónica cuaternaria. En conclusión no se hace la distinción si se trata de relieve residual, por lo que se hace la advertencia que "lomerios" es un término poco preciso al respecto, ya que de no hacerse así, la leyenda y el mapa hubieran resultado sobrecargados.

d) Subtipos especiales de elevaciones. Comprende los campos de volcanes monogénicos (conos de tefra) y los campos de cráteres de explosión (tuff cones). Esta representada solamente el área que ocupan, ya que los aparatos son muy pequeños; los conos mayores se indican mediante símbolos especiales. Este subtipo corresponde a relieve volcánico cuaternario, y en gran parte reciente, por lo que se considera relieve endógeno y volcánico acumulativo.

El segundo tipo principal de relieve lo constituyen las planicies, divididas en dos subtipos:

a) Altiplanicies. Se encuentran por encima de los 1000 metros sobre el nivel del mar. Principalmente son de origen acumulativo: lacustre, aluvial, de piedemonte o cualquier combinación de estos. Las altiplanicies de lavas fueron incluidas como parte de las mesas de lava.

b) Planicies bajas.

Pertencen a esta categoría las planicies que se localizan abajo de los 400 metros sobre el nivel del mar. Son de carácter acumulativo y la mayoría están a lo largo de la costa.

Entre las planicies bajas y las altiplanicies hay un rango de 600 metros en el que casi no hay planicies, salvo dos excepciones que se tratarán en el análisis del relieve por regiones.

El tercer tipo principal de relieve lo constituyen las márgenes montañosas y zonas transicionales. Se dividen en tres subtipos:

a) Márgenes de fuerte pendiente. Relieve endógeno modelado que se divide en dos subtipos, dependiendo si la ladera está modelada en material volcánico o no.

b) Márgenes de pendiente débil. Por lo general abajo de los seis grados de pendiente, corresponde a grandes piedemontes. Estos pueden ser acumulativos, acumulativos volcánicos, erosivo-acumulativos y erosivos. Al igual que para las mesas, la morfología se expresa en el mapa mediante símbolos.

c) Depresiones intermontanas. Corresponde a cuencas graben o fosas cuando se trata de relieve endógeno. Al relieve endógeno modelado pertenecen las grandes depresiones.

Por último, se tienen los símbolos correspondientes a las formas de relieve: valles erosivos o cañones, valles en general, volcanes menores, grandes volcanes poligenéticos, domos volcánicos, cañadas, circos erosivos, umbrales entre cuencas, escarpes tectónicos mayores y las líneas de costa abandonadas.

El relieve del fondo oceánico está dividido en tres tipos de relieve principales, el primero de ellos es la margen continental submarina, la cual comprende los siguientes subtipos:

a) Plataforma continental. Es la superficie más o menos plana a una profundidad menor a 200 metros que rodea la tierra firme y las islas.

b) Talud Continental. Ladera de fuerte pendiente que se inicia desde el límite externo de la plataforma hacia el lecho oceánico o hacia la cima del pie del continente.

c) Borderland. Es un tipo de margen continental de morfología compleja que sustituye al talud.

d) Pie del continente. Superficie ligeramente inclinada acumulativa, plana o con lomeros que se extiende al pie del talud continental.

El segundo tipo es la zona de transición entre el lecho oceánico y las márgenes continentales. Aunque hay una gran cantidad de formas, aquí solo figura la trinchera, originada por el choque de placas y hay acreción de la corteza

oceanica y de la continental.

El tercer tipo de relieve lo constituye el lecho oceanico, compuesto de corteza basáltica, y comprende varios subtipos, que en la zona en estudio aparecen solo son las zonas rift y las laderas y mesas de la dorsal.

El color recomendado para cada una de las unidades de los tipos y formas del relieve aparece en el apéndice.

B. El mapa de regionalización geomorfológica.

- Principios y método.

El mapa de regionalización geomorfológica muestra la síntesis del relieve del occidente de la República Mexicana, de tierra firme y fondo oceanico, con base en los siguientes principios:

a) La morfología define a primera vista las unidades regionales del relieve.

b) La génesis y la edad del relieve juegan un papel muy importante en la determinación de las unidades regionales.

c) Los límites están definidos por rasgos tectónicos importantes. Las discontinuidades litológicas y exógenas también definen límites, pero a un segundo nivel.

d) Aquellos límites que no están bien definidos y marcan un cambio gradual entre dos grandes unidades regionales son considerados como zonas de transición.

e) La jerarquía es fundamental en la regionalización. Una unidad de nivel jerárquico mayor contiene a otras de nivel menor.

f) Las unidades regionales definen otros aspectos físico-geográficos.

El procedimiento por el cual se llevó a cabo la regionalización es el siguiente:

Primero se elaboró el mapa morfogenético, el cual constituyó la base de la división regional.

Posteriormente, se establecieron los principios para la división regional y se definió una taxonomía sencilla (ver cuadro 6).

El tercer paso consistió en determinar las zonas cuya similitud morfoestructural permitiera unirlos en un solo rango jerárquico. Después se fueron diferenciando áreas más pequeñas a partir de ciertas particularidades.

Por último, se definieron mejor los límites, se ajustaron las divisiones a la taxonomía planteada y se les asignó un nombre propio según la localidad más importante.

- Leyenda

Los componentes de la leyenda del mapa de regionalización, como aporte de este trabajo, son unidades que pertenecen a cuatro niveles jerárquicos u órdenes (Cuadro 6).

El primer orden comprende aquellas áreas definidas por grandes estructuras, ya sean de corteza continental o de corteza oceánica, originadas por los mismos procesos endógenos. Tales divisiones corresponden al siguiente orden de morfoestructuras que subdividen a la corteza oceánica o a la continental.

CUADRO 6

Taxonomía del relieve en el occidente de la República Mexicana.

	I Orden	II Orden	III Orden	IV Orden
	TIERRA FIRME- PLATAFORMA	PROVINCIA	SUBPROVINCIA	REGION
	TALUD	"	"	"
CONTINENTE	BORDERLAND			
	PIE DEL CONTINENTE	"		
ZONA DE TRANSICION	TRINCHERA	"		
OCEANO	ZONA RIFT	"		
	LECHO OCEANICO	"	"	

El segundo orden corresponde a una provincia. Esta, para la presente regionalización, se define como un área homogénea por su origen y morfología, pero ciertas diferencias que las

hacen susceptibles de dividirse en unidades de rango menor. A una provincia la caracteriza un régimen estructural y edad comunes.

El tercer orden corresponde a las subprovincias, las cuales presentan variaciones morfológicas, genéticas, del régimen estructural, de procesos endógenos como el vulcanismo, del tipo de acumulación e incluso de la edad.

El cuarto orden corresponde a las regiones y a las zonas de transición entre provincias. Ambas unidades tienen el mismo rango dentro de la jerarquía de cuarto orden.

Una región es una zona cuyo relieve puede estar ligado o no al origen del resto de la subprovincia o provincia a la que pertenece, pero tiene ciertas particularidades morfológicas que la hacen diferente. Puede tratarse en determinado caso de la expresión de un fenómeno aparentemente aislado.

Una zona de transición es un área cuyo relieve presenta rasgos genéticos y morfológicos comunes a dos provincias, es decir, son zonas en las que es difícil trazar sus límites, dado que los cambios morfológicos no son bruscos. Es importante tomarlas en cuenta, ya que reflejan influencia de un dominio estructural mayor y la complejidad del relieve.

C. Comentarios sobre algunos problemas surgidos en la interpretación y elaboración de los mapas de este trabajo.

Tomar al pie de la letra los métodos y clasificaciones que la mayoría de autores extranjeros presentan sobre la cartografía geomorfológica, puede llevar a caer en errores en un territorio con otras particularidades.

Al revisar atlas nacionales de territorios muy diferentes al mexicano, se comprende que no es posible copiar una leyenda.

Por lo anterior, el autor considera lo siguiente:

- La consulta de cartas geomorfológicas de atlas nacionales y trabajos de investigación del extranjero, debe servir para enriquecer la capacidad crítica del investigador, mas no para tomar textualmente lo que se menciona.

- Lo mas importante a retomar de la cartografía geomorfológica extranjera son los principios metodológicos y las experiencias. El primer caso se justifica, ya que, por citar un ejemplo, en cualquier lugar de la tierra el relieve se puede dividir en tipos, formas y

clases y se pueden representar igualmente con símbolos de área, punto y línea.

- Se puede tomar como base a los órdenes taxonómicos de una jerarquía, ya que son de carácter más universal para cualquier leyenda que se quiera elaborar.

Por lo tanto, la leyenda del mapa morfogenético de México, apeguándose lo mejor posible a las normas cartográficas convencionales, únicamente debe reflejar las características particulares del relieve de México.

Otra dificultad con la que uno se encuentra al elaborar un mapa de este tipo, sobre todo cuando se parte de otros con más detalle, es la sobrecarga de información. Para Verstappen (1983), constituye uno de los problemas más graves de la cartografía, ya que reduce la apreciación del mapa y su aplicabilidad. Por lo tanto, sugiere generalizar la información y omitir lo innecesario.

La generalización de la información se logra utilizando el método del área mínima cartografiable, el cual consiste en la selección gráfica y geométrica de las unidades a representar, asignándoles un tamaño mínimo (qg. q_{it}). La selección de dicho tamaño produce efectos especiales elegidos por el autor para obtener la aplicabilidad del mapa, y se logra por superficies cuyas medidas son convencionales (Simonov, 1976).

El área mínima cartografiable convencional para cualquier escala es de 0.25 cm², superficie que puede ser legible por un ojo normal a una distancia de 30 cm del mapa; y para unidades alargadas, la distancia mínima entre dos líneas limitrotes paralelas debe ser de 2 mm (Ortiz Solerio y Cuanalo, 1977).

La sobrecarga de información constituyó un gran problema en la cartografía morfogenética del presente trabajo, ya que los mapas se fueron reduciendo paulatinamente de 1:1 000 000 a 1:2 000 000 y posteriormente a 1:4 000 000. Sin embargo, en el último caso hubo más flexibilidad, por lo que aparece sobrecargado.

Se calculó el área mínima para cada mapa y su correspondiente en el terreno, con la finalidad de proporcionar una idea de la extensión real de las unidades que se tendrían que omitir en cada etapa del trabajo cartográfico (tabla 3).

La aplicación del método de las áreas mínimas cartografiadas en el mapa morfogenético llegó al grado de que muchas unidades originales se tuvieron que sintetizar en un solo símbolo areal. El ejemplo típico de ello se presentó en la Mesa Larasca de Michoacán, donde desaparecieron muchos de los conos morfogenéticos cartografiados originalmente (ver

figura 16), para formar una sola unidad llamada "campo de volcanes monogenéticos".

Otro método que Verstappen (op. cit.) sugiere para generalizar la información del mapa es dar mayor detalle y explicación en la leyenda. Ello no se pudo aplicar en este caso dada la gran cantidad de tipos y formas de relieve que se tenían desde un principio. El subtipo de elevaciones "lomerios", aspecto que ya fue tratado, fue un caso en el que no se pudo precisar ni en el mapa ni en la leyenda. Obviamente, dentro de un área muy pequeña se pueden presentar varios tipos de lomerios. A pesar de ello, en el texto de la descripción regional se indica si se trata de relieve residual o no, semisepultado. Por lo pronto, todas las elevaciones bajas menores de 200 metros, se engloban bajo el nombre de lomerios.

TABLA 3

Area mínima cartografiada calculada para cada etapa del trabajo

Etapa del trabajo	Escala	A.M.C.	Superficie	
		cm ²	Km ²	Ha
Interpretación	1:1 000 000	0.25	25	2500
Elaboración del mapa de la tierra firme	1:2 000 000	0.25	100	10000
Elaboración del mapa de la tierra firme y el fondo oceánico.	1:4 000 000	0.25	400	40000

Un aspecto, que en un mapa morfogenético no debe faltar, es la determinación o, cuando menos, la aproximación de la edad de las unidades del relieve cartografiadas. Esta, presenta ciertas dificultades que se trataron como a continuación se explica.

Los mapas geológicos utilizados señalan la edad de cada unidad litológica, pero esta no siempre corresponde a la edad del relieve.

Para algunos investigadores, la edad del relieve es fácil de reconocer. La Madrid y Horta (1977) proponen un método sencillo de datación, el cual consiste en estimar las edades de las estructuras, partiendo de la edad de la roca más joven que afectan y considerando la evolución posterior de aquellas. Sin embargo, dicho método no se aplica a todos los casos, pues para datar un piedemonte o una planicie acumulativa, o incluso un tipo de relieve denudativo, se tiene que partir de otros principios.

En ese caso, Palacio Prieto (1985) menciona que las edades de las estructuras geomorfológicas son el producto del manejo de los resultados del investigador y de otros investigadores, aunque tengan como base el estudio de los últimos. Por consiguiente, la asignación de edades a los tipos de relieve del mapa morfogenético se realizó sin seguir una pauta única, sino que las edades se estimaron, según el caso, de la manera siguiente:

1. La edad se anotó directamente en aquellas estructuras que ya han sido datadas, es decir que el dato cronológico proviene de resultados obtenidos en trabajos particulares detallados. Este es el caso para los tipos de relieve que forman las áreas afectadas por el régimen "Basin-Range" y para el Cinturón Volcánico Transmexicano.

2. En otros casos la información de trabajos conocidos se extrapola a otras áreas que presentan evolución similar. Por ejemplo, las áreas marginales de los sistemas mencionados como ejemplo en 1, es decir, zonas de la Sierra Madre del Sur.

3. En otros casos, se propusieron edades tomando como base el tipo de fenómeno formador de relieve y estableciendo una lógica de su dinámica en el tiempo. Es el caso de los piedemontes y la mayor parte de planicies.

De esa forma, se asignaron edades, mismas que al no tenerse el dato exacto, se dio todo un espectro amplio. A continuación se citan algunos ejemplos.

Se puede citar la asignación de edades a las mesas volcánicas (Pg2-N1)-N2-U. Lo que está entre parentesis es la edad aproximada de las rocas; el resto significa que durante el Plioceno la estructura sufrió modificaciones importantes que le proporcionaron la fisonomía actual, alcanzada plenamente hasta el Cuaternario. La interpretación es la siguiente: se trata de las mesas de ignimbrita de la Sierra Madre Occidental, las cuales datan del Mioceno, las que posteriormente fueron afectadas en el Plioceno por el régimen tectónico Basin and Range; sin embargo, la fisonomía que actualmente presentan la alcanzaron durante el Cuaternario.

Otro ejemplo que se puede citar, y muy diferente al anterior, es el de las planicies de acumulación marina,

lagunar y fluviomarina, las cuales se les ha asignado con mucha seguridad QIV (Holoceno), ya que dado que la costa es un medio tan cambiante y vulnerable a los cambios climáticos de los últimos diez mil años, toda su fisonomía es muy reciente.

Por otra parte, un aspecto interesante para comentar es el de los límites entre las unidades de relieve. Muchas veces se manifiestan claramente, sobre todo cuando hay algún rasgo geológico y morfológico claro.

Los límites en la interpretación de las unidades morfogenéticas son mucho más sencillos de detectar, sin embargo hay zonas en las que hay dos sistemas morfogenéticos que contribuyen a crear una forma. En muchos de tales casos, se creó un tercer tipo de relieve, por ejemplo: planicies de acumulación aluvioacustre, planicies de acumulación fluviomarina; o bien, piedemontes acumulativos con influencia volcánica o piedemontes erosivo-acumulativos. Esto se solucionó de la manera que se expresa el esquema de la figura 5.

El problema de los límites, en el caso de la regionalización del relieve, fue mayor, pues había una gran cantidad de tipos de relieve que se conjugaban para formar una unidad regional. El problema tuvo su solución con el establecimiento de las zonas de transición, algo muy lógico, puesto que los fenómenos naturales no siempre presentan límites exactos.

Durante la elaboración final del mapa, el uso de las variables visuales tomó mucho tiempo. Fue preciso buscar el color adecuado para cada uno de los 55 tipos del relieve del área, incluyendo los del fondo oceánico. Además, fue necesario combinar el color con otras variables visuales para particularizar en ciertos aspectos importantes que hacían variar a cada tipo de relieve, como por ejemplo rangos de alturas para las elevaciones.

En lo que respecta al uso del color, se trató de seguir las normas que normalmente se utilizan para la cartografía geomorfológica, sobre todo en su carácter asociativo. Generalmente los tonos oscuros son utilizados para representar formas elevadas o de fuerte pendiente, los tonos claros para planicies o para formas poco elevadas.

En el mapa el color también se trató de utilizar para representar categorías genéticas. Como ejemplo de ello, Spiridonov (1961) recomienda, entre los más importantes, los verdes para relieve de origen fluvial, los rojos para los volcánicos y los azules para relieves de origen tectónico.

En términos generales, los colores utilizados fueron agrupados en una escala, de los cálidos a los fríos, y asignándoles una caracterización con base en la génesis y la

morfología. Tal relación se podría resumir en la forma siguiente:

- Los colores cálidos, -rojos, cafés, morados- fueron utilizados para representar relieves altos y de origen tectónico o volcánico.
- Los colores fríos, -azules y verdes- son utilizados para relieves suaves de origen lacustre, marino o fluvial.
- Los colores intermedios, como el amarillo y el naranja, fueron utilizados para zonas transicionales, como piedemontes o cierto tipo de laderas.

Para indicar la altura de las montañas, es decir a la clase que pertenecen, se utilizó la variable visual conocida como grano. De tal manera que a menor densidad de líneas, menor altura de una elevación sobre su base, como se muestra en la figura 5.

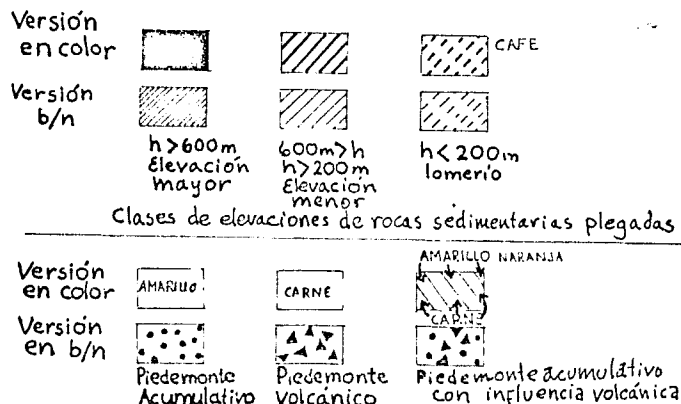


Figura 5. Combinación de las variables visuales para los tipos de relieve en la carta morfogenética presentada en el trabajo.

Dada la dificultad para imprimir el mapa en color, se presentan en una versión en blanco y negro. Al final, en el apéndice, se anota el color recomendado para la versión en color.

V. EL RELIEVE DEL OCCIDENTE DE LA REPUBLICA MEXICANA: PARTICULARIDADES Y EVOLUCION.

La información obtenida a través del análisis geomorfológico de la zona en estudio se presenta en el orden de la leyenda del mapa de regionalización geomorfológica (mapa 4), ya que las unidades regionales presentan un aspecto común en lo que respecta a morfogenésis.

En el presente análisis, el relieve correspondiente a tierra firme y plataforma continental, antecede al del resto del fondo oceánico.

TIERRA FIRME-PLATAFORMA CONTINENTAL

El relieve de la tierra firme y de la plataforma continental, se considera como una sola unidad de primer orden, ya que han estado ligados en su morfogenésis, sobre todo durante el Cuaternario. Esto se sustenta en el hecho de que las fluctuaciones del nivel oceánico han sido entre 150 y 125 metros en los últimos 50 000 años (Curray, 1970). De tal manera que, dado que en muchos de los casos tales fluctuaciones han sido compensadas por movimientos tectónicos de ascenso y descenso, partes de la plataforma fueron tierra firme y viceversa.

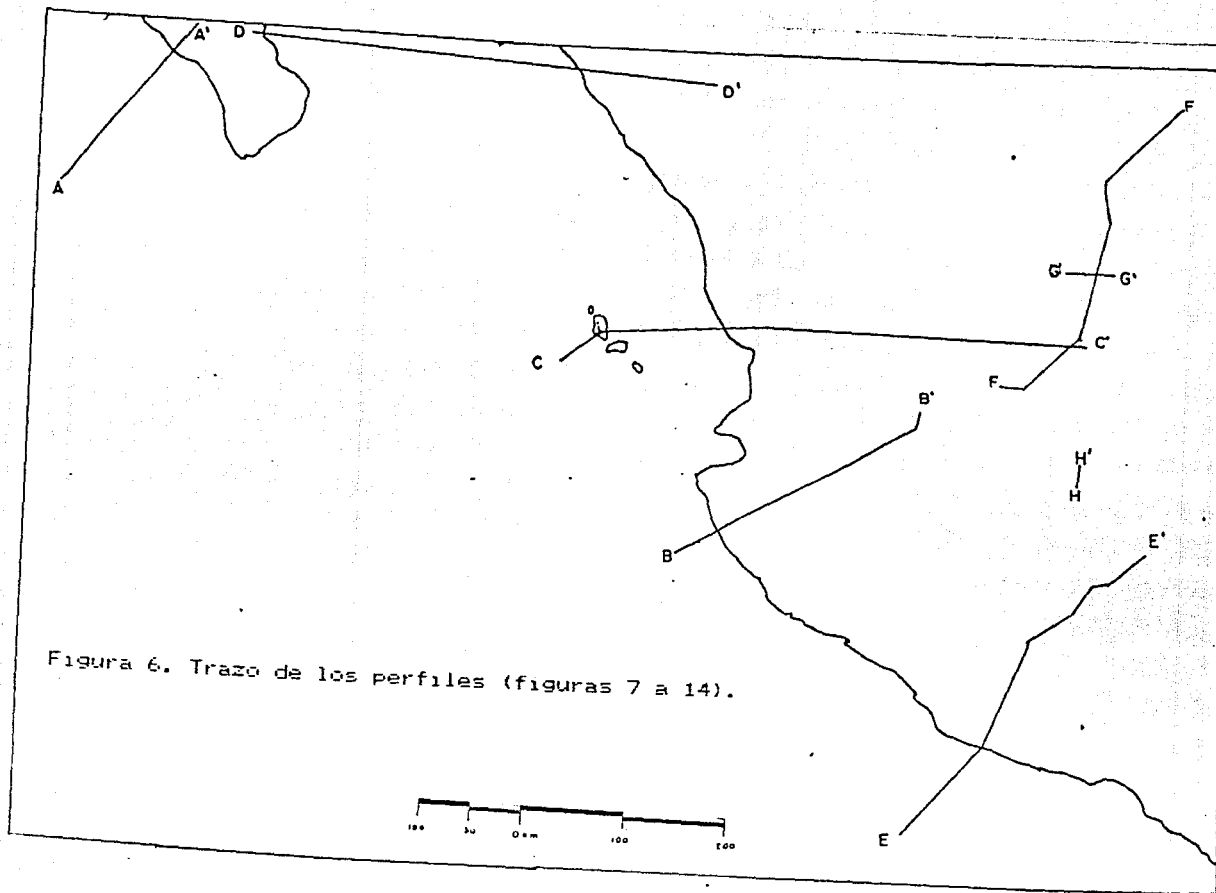
Cabe aclarar que el límite exterior de la plataforma continental en los mapas de este trabajo se ha trazado hasta la cota de 200 metros de profundidad, valor convencional. Sin embargo, el límite real de la plataforma continental a veces está más arriba o más abajo. No se pudo trazar ya que no se cuenta con batimetría de detalle para todas las plataformas continentales.

I. PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA.

En la zona objeto de estudio se incluye únicamente aquella parte de la Península de Baja California que se encuentra al sur del paralelo 24° N. Dicha superficie se divide en dos subprovincias: Lomeríos y Planicies de La Purísima (1a) y, por otro lado, Sierras del Labo (1b); mismas que para Álvarez Jr. (1981) son Llanura Costera Fray-Purísima y Sierra de La Paz, respectivamente.

La subprovincia Lomeríos y Planicies de La Purísima, en las morfoestructuras se trata de un bloque basculado hacia el suroeste, cuya superficie se prolonga bajo el nivel del Océano Pacífico hasta una profundidad inclusive inferior a los 200 metros, como se aprecia en el perfil de la figura 7.

Álvarez Jr. (1981) considera que la costa de esta subprovincia está en proceso de hundimiento, en la imagen de



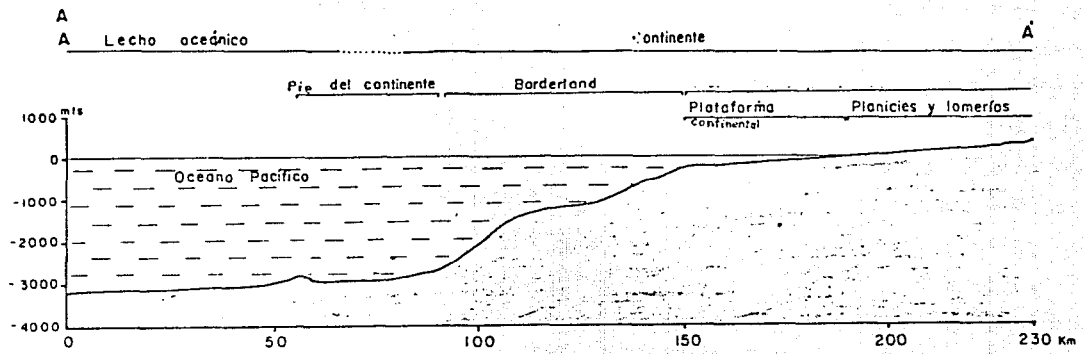


Figura 7. Perfil A - A'

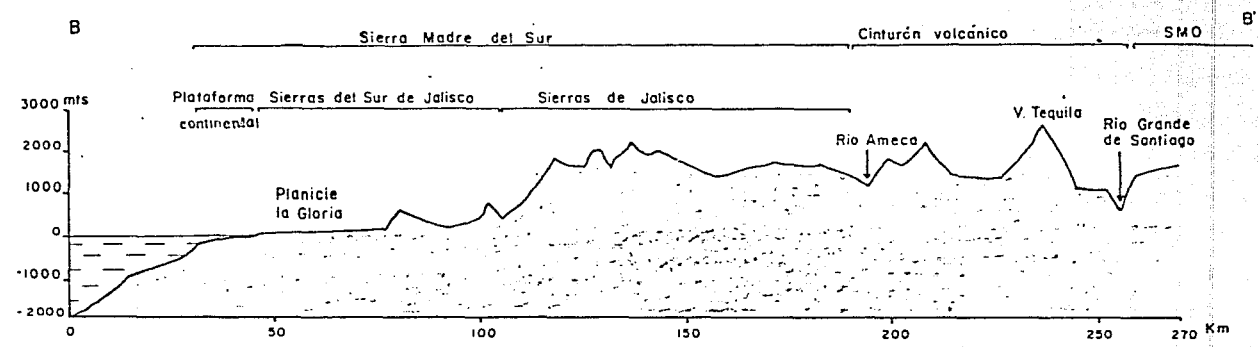


Figura 8. Perfil B - B'

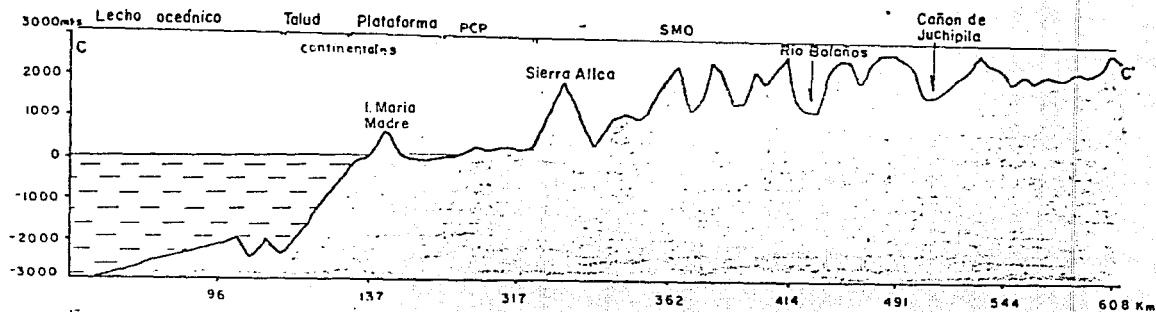


Figura 9. Perfil C - C'

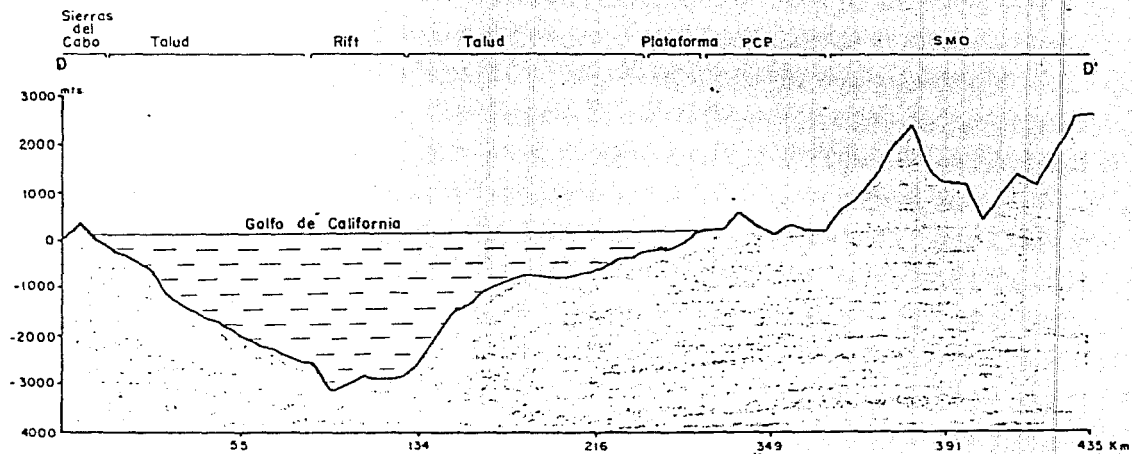


Figura 10. Perfil D - D'

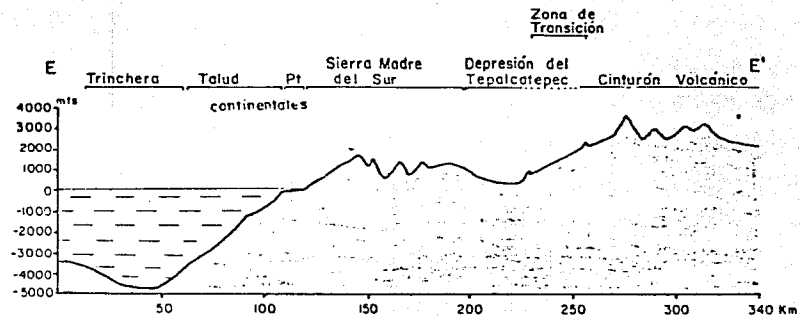


Figura 11. Perfil E - E'.

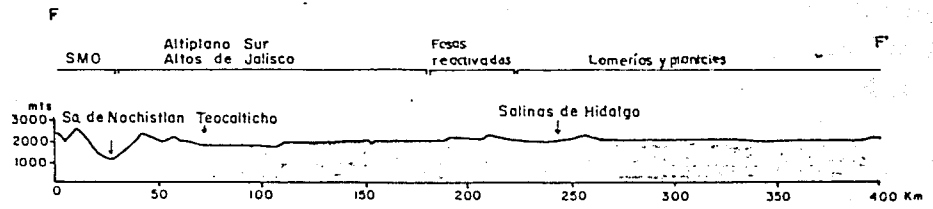


Figura 12. Perfil F - F'.

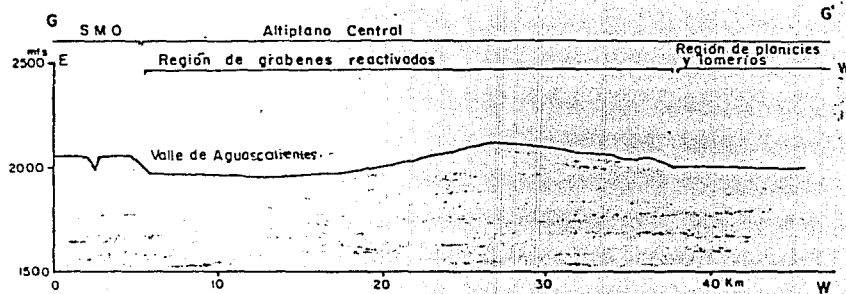


Figura 13. Perfil G - G'

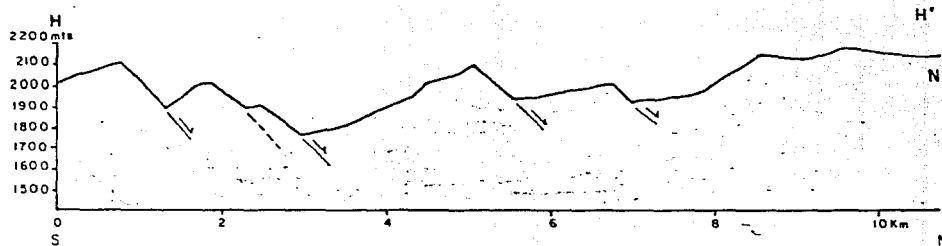


Figura 14. Perfil H - H'

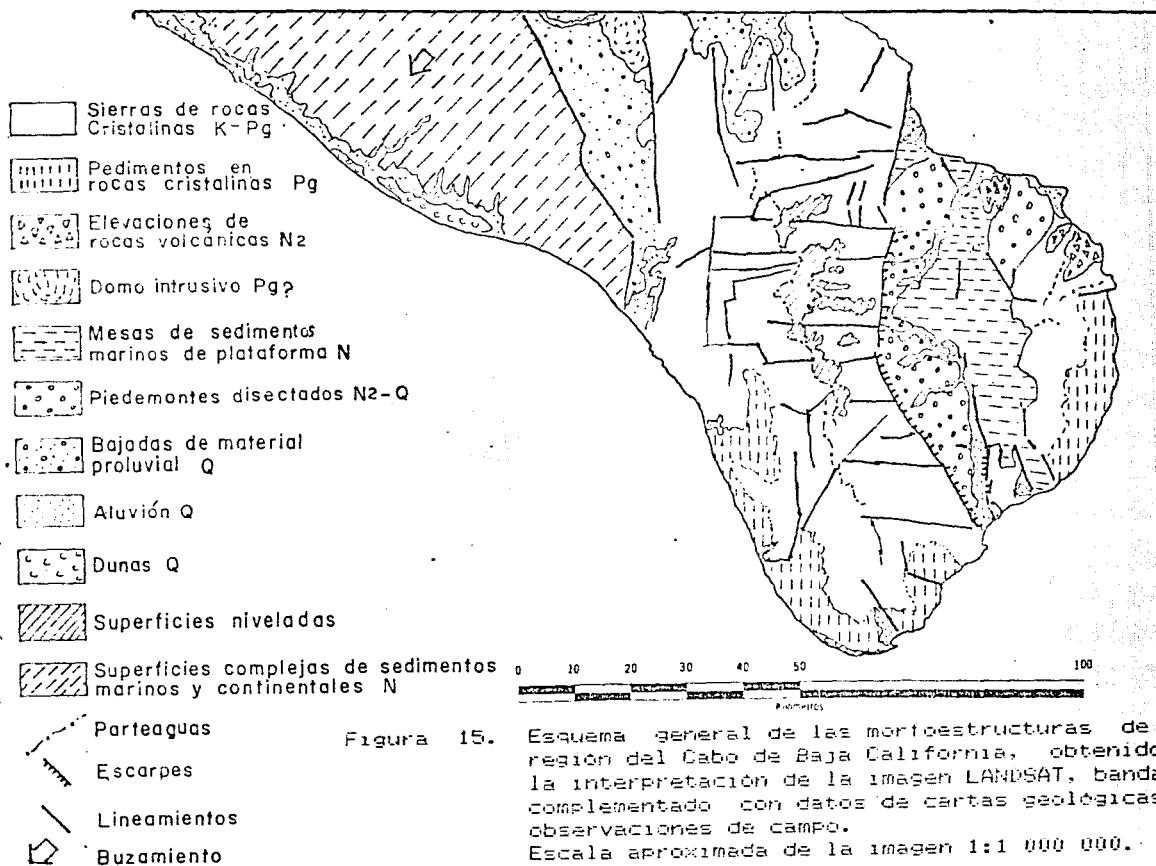


Figura 15.

Esquema general de las morfoestructuras de la región del Cabo de Baja California, obtenido de la interpretación de la imagen LANDSAT, banda 7, complementado con datos de cartas geológicas y observaciones de campo. Escala aproximada de la imagen 1:1 000 000.

satélite también fue posible interpretar que es un bloque basculado hacia el suroeste (figura 15), relacionado con una ladera continental del occidente del rift de California.

La división en regiones que aun se pueda hacer de esta subprovincia, considera únicamente como límite la línea actual de costa. El relieve de la porción subaerea consiste en una superficie de lomeríos de rocas sedimentarias del Neógeno y de planicies inclinadas de piedemonte, de acumulación marina y eólica.

La subprovincia de Sierras del Cabo (la) posee características geológicas y geomorfológicas muy distintas que las de la Purísima (1b). Al parecer hay una gran estructura profunda que la divide de la subprovincia vecina (MAPA 1). En erecto, Hammond (1954), un trabajo interesante sobre esta subprovincia, reporta una antigua falla también reconocida por Demant y Robin (1975), entre la mayoría de autores que han trabajado el área. Una evidencia más está marcada por el contraste que se aprecia según la imagen LANDSAT (figura 13).

La región más importante de la subprovincia de las Sierras del Cabo es las de la Sierra La Victoria y La Trinidad (3). El relieve de dicha región la caracterizan montañas bloque, cuya dirección es norte-sur.

La Sierra de la Victoria llega a alcanzar más de los 2000 metros sobre su base y sobre el nivel del mar, se abre al norte en forma de "Y" para dar origen a una pequeña depresión conocida como Los Planes, una serie de piedemontes acumulativos.

Hacia la Depresión de Miraflores, la Sierra La Victoria presenta una ladera escarpada debido a afallamientos (figura 15). El resto de las laderas presenta piedemontes erosivos y acumulativos que se tienden hacia el mar o hacia las planicies de la Purísima. De la misma manera, la Sierra de la Trinidad presenta esa morfología de piedemontes tendidos, tal y como se aprecia en la figura 18. Los piedemontes presentan colinas aisladas y al pie material aluvial (figura 16).

El origen de esa morfología típica de piedemontes erosivos (figura 18), para Hammond, 1954, se debe a una evolución del relieve como la propuesta por W. Penck (ver figura 17). Probablemente la expresión de los piedemontes erosivos, llevo a Hammond a considerarlos como los clásicos pedimentos, resultado del retroceso erosivo de las laderas. No es el objetivo del trabajo discutir tal problema, pero posiblemente el dominio climático árido de la zona haya contribuido a proporcionar un ambiente similar al de la zona donde Penck se basó para crear su modelo.

Como parte de la Sierra La Victoria, existe una

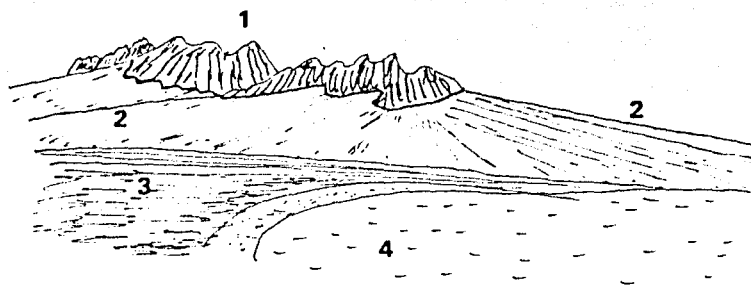


Figura 18. Aspecto morfológico que presenta las Sierras del Cabo. En este caso se muestra la sierra La Victoria desde Cabo San Lucas.

- 1) Area de montañas graníticas de bloque.
- 2) Piedemontes erosivos.
- 3) Planicie Aluvial.
- 4) Bahía de San Lucas.

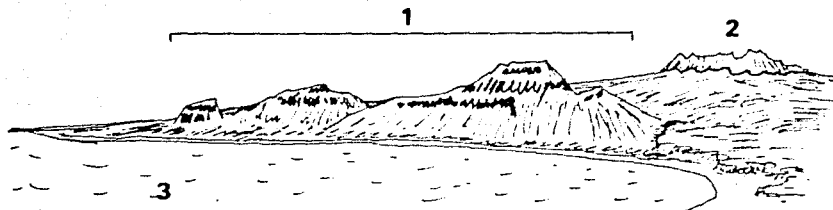


Figura 19. Aspecto que presentan las elevaciones de La Rivera desde Buenavista, Baja California Sur.

- 1) Elevaciones de La Rivera (volcanoclasticos del Mioceno).
- 2) Montañas de la Sierra La Trinidad que presenta la morfología típica de las montañas graníticas de las Sierras del Cabo.
- 3) Bahía de Las Palmas.

Notese el contraste de los tipos de relieve (1 y 2).

elevacion que al igual que el resto de la region, es de rocas igneas intrusivas, pero no presenta estructura de bloque. Se trata de la Sierra de las Calabazas o La Trinchera. A diferencia del resto de las rocas de la sierra, las cuales son tambien intrusivas, pero del Cretacico, la sierra Las Calabazas es una intrusion postaramidica, posiblemente del Paleogeno. La diferencia de edades y de estructura es notable en la expresion morfologica, y se reconoce tanto en la carta topografica como en la imagen LANDSAT (figura 15). Por lo tanto, dicha area se considera como un tipo genetico del relieve diferente.

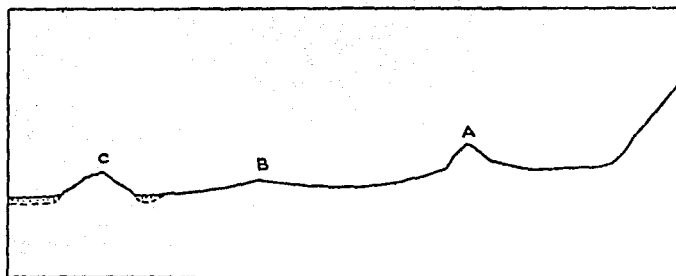
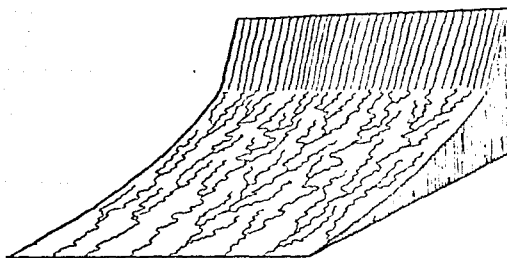


Fig. 13. Types of isolated hills on pediplains. A and B on concave bedrock surfaces. C on alluvially veneered surface.

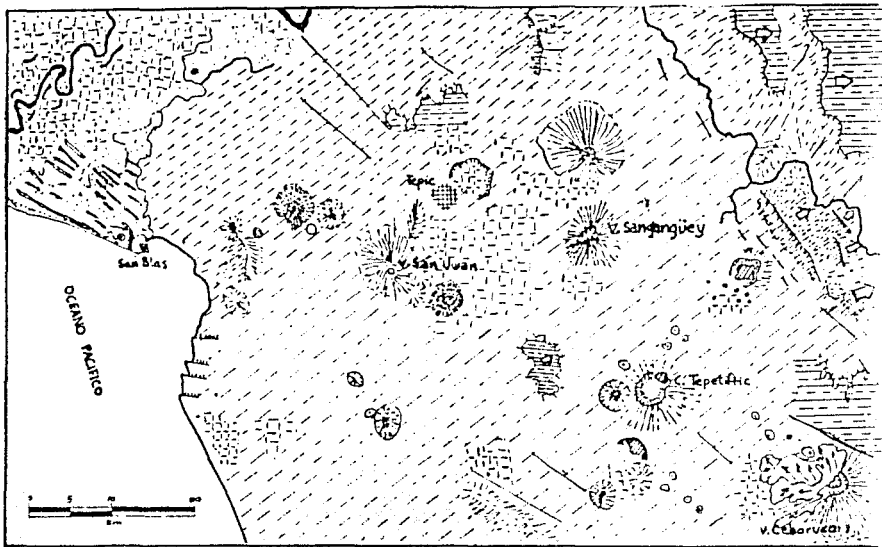
Figura 16. Tipos de colinas aisladas sobre los pediplanos. A y B sobre una superficie concava, C sobre una delgada superficie de material aluvial. Fuente: Hammond, 1954.



Simple concave pediplain slope developed with transportation of debris by small rills below mountain front.

Figura 17. Aspecto que presentan las laderas concavas que Hammond (1954) reconoce como pediplanos al pie de las Sierras del Lago.

La Depresion de Miraflores (4) es otra region en cuyo interior hay tres tipos del relieve: piedemontes acumulativos disecados, mesas disecadas de sedimentos marinos y planicies aluviales. La depresion esta constituida por una fosa que se



- | | | | | | |
|--|-----------------------|--|---------------------------|--|---------------------------------|
| | Volcán | | Escarpe | | Planicies aluviales o deltaicas |
| | Caldera | | Lineamientos | | Áreas cultivadas |
| | Volcanes menores | | Linea de costa abandonada | | Laderas volcánicas en general |
| | Cresta volcánica | | Cuerpo de agua | | |
| | Buzamiento de bloques | | Circo erosivo | | |
| | Mesa volcánica | | Colada de lava reciente | | |
| | | | Cauce fluvial | | |
| | | | Cauces abandonados | | |

Figura 20. Sector occidental del Cinturón Volcánico Transmexicano en Nayarit. Interpretación de imagen LANDSAT, banda 7, en una escala aproximada de 1: 500 000.

formó desde el Plioceno por una transgresión oceánica que formó un canal, y dejando a la Sierra de la Trinidad como una isla (Hammond, op. cit.). La evidencia de ello es la Formación Salada de sedimentos marinos del Plioceno, material que constituye las mesas. Durante el Cuaternario, la región sufrió un levantamiento y los paquetes de sedimentos marinos fueron disecados. Al pie de la Sierra de La Victoria se formaron piedemontes que posteriormente fueron cortados por la erosión fluvial.

Al parecer, los movimientos de hundimiento de la fosa se han reactivado en el Cuaternario, pues en las inmediaciones de San José del Cabo, al sur de la fosa, son notables los escarpes de fallas recientes y en el centro y en la parte más deprimida se han formado planicies aluviales.

Al norte de la depresión hay planicies de sedimentos marinos de plataforma inestable que en la costa se interrumpen con terrazas marinas.

La región Elevaciones de la Rivera (5) se encuentra al norte de la Sierra La Trinidad. Se trata de una serie de elevaciones de cima casi plana constituida por rocas volcánicas. Se distingue del resto de las regiones de la subprovincia debido a que es la única zona que presenta rocas volcánicas, las cuales, según Hammond (op. cit.) pertenecen a la Formación Comondu del Mioceno. Por otro lado, dada su morfología, rompe con el esquema característico de las Sierras de La Victoria y La Trinidad (ver figura 19). Desde la península de las Palmas, en Buenavista (figura 19) se puede apreciar que el conjunto forma un bloque basculado hacia el sur. Esto se nota también en el buzamiento de las capas de rocas volcánicas que las componen, las cuales son muy similares a las de la Sierra de la Giganta al norte del área en estudio o a las de la Sierra Madre Occidental, con la que se podría pensar que tuvo una relación genética borrada por la formación del Rift de California.

Por último, la región de las Plataformas Angostas de los Cabos (6) se incluye dentro de esta provincia ya que presentan poca extensión o prácticamente no existen. Por otro lado, los movimientos tectónicos jóvenes la mantienen muy ligada a las Sierras del Cabo. Aguayo (1981) menciona que las plataformas angostas de esta región son de carácter erosivo, y tienen cuerdas de lavas de sedimentos terrígenos, principalmente arenas. Desde antes, el carácter erosivo lo dio a conocer Shepard (1970), quien menciona que en las laderas de los cañones aflora el granito, lugares en los que las cascadas de arena ejercen un mecanismo erosivo. Los bordes son escarpados, y pesa a que se toman los 200 metros de profundidad como límite general, en algunos lugares la plataforma llega tener sus límites a profundidades incluso menores a los 100 metros (Curray, 1970), donde termina en forma abrupta.

II. Planicie Costera del Pacifico

Se extiende desde el sur de Sonora hasta Tuxpan, Nayarit, donde la interrumpe el Cinturon Volcanico Transmexicano. Su morfologia, generalmente caracterizada por planicies, la diferencia muy bien de la Sierra Madre Occidental por el oriente. Sin embargo, entre las planicies sobresalen lomerios y elevaciones menores, cuya distribucion ha obligado a dividirla en tres subprovincias: Planicies de Culiacan, Lomerios de Mazatlan y Planicie de Nayarit y Sinaloa.

La subprovincia Planicies de Culiacan (IIa) aparece al extremo norte de la parte de la provincia en cuestion. Es una franja de planicies de acumulacion aluvial, deltaica y marina, sobre las cuales, dados los suelos muy fértiles, hay cultivos.

La subprovincia Planicies y Lomerios del Sur de Sinaloa (IIb) se define como el area de elevaciones menores que interrumpen a las planicies de la provincia tratada; esta constituida por dos regiones: Lomerios y Planicies de Mazatlan (7) y Mesa de Punta Prieta (8).

La primera presenta elevaciones bajas rodeadas por planicies. Es un area de gran complejidad en lo que respecta a la genesis del relieve, pues se trata de estructuras que pertenecen al sistema que dio origen a la Sierra Madre Occidental. Por lo tanto las elevaciones que comprenden esta region son de rocas volcanicas precuaternarias, otras de rocas igneas intrusivas y hay algunos lomerios de rocas metamorficas que podrian constituir un relieve residual del basamento de la Sierra Madre Occidental.

Algunas de estas estructuras corresponden a cimas de formas semiseperitadas por acumulaciones aluviales recientes, tal y como lo propone Raisz (1959). Una evidencia de ello es que las pequenas sierras y lomerios no han desarrollado piedemontes.

La region Mesa de Punta Prieta (8) constituye una elevacion baja de cima plana formada por basalto y disecada; morfologia que la distingue del resto de la subprovincia. Es una elevacion baja de origen muy distinto, de la cual se ha llegado a pensar que esta ligada a la formacion del Rift de California, ya que se trata de un derrame fisural de basalto alcalino muy similar a los que aparecen en otras localidades, incluso de la zona en estudio, como se vera mas adelante. Gastil et. al. (1977) ha propuesto dicha hipotesis para aquellas zonas similares circundantes al Golfo de California.

La subprovincia Planicie de Nayarit y Sinaloa (IIc) tiene un origen similar al de las planicies de Culiacan. Se trata de una serie de planicies deltaicas y aluviales, en las cuales hay ciertas diferencias que permiten dividirla en dos

regiones. Una de ellas es la region Planicies Deltaicas de Santiago (9), la cual presenta las características antes mencionadas. En este caso, la acumulacion se debe a las cargas de sedimentos aportadas por los rios Santiago y San Pedro, entre los mas importantes. En algunos lugares hay elevaciones aisladas, que al parecer tambien son estructuras semiseppultadas.

La region Planicies Inundables de Mexquititlan (10) constituye un frente deltaico en el que es notable, ademas de la acumulacion fluvial y deltaica, la acumulacion marina, fluvio-marina y lagunar. Esto se manifiesta por una morfologia de crestas bajas paralelas a la costa. Su origen se explica por que se trata de antiguas lineas de costa abandonadas.

Las crestas son muy bajas, del orden de uno o hasta dos metros. Su interpretacion se logró por medio de la imagen LANDSAT, ya que son zonas inundables y por lo tanto, la densidad de cultivos es muy baja o incluso ausente (Ver figura 20).

Al sur de esta region, en las cercanias de San Blas, Nayarit, la planicie se ve interrumpida por algunos conos de escoria, por influencia del Cinturon Volcanico Transmexicano. Esta area se podria considerar de transición, pero es muy reducida. Los conos de escoria tambien ponen en evidencia un nivel del mar mas elevado en un pasado reciente, ya que presentan rasgos de abrasion marina.

Por ultimo, es posible concluir que el origen de esta provincia es la acumulacion de sedimentos juvenes, depositados por los sistemas fluviales que bajan de la Sierra Madre Occidental -posiblemente desde el Neogeno y del Cinturon volcanico Transmexicano. Esta acumulacion oculta estructuras mas antiguas pertenecientes a la Sierra Madre Occidental, los cuales se pueden apreciar en los coneros de Mazatlan, o bien estructuras del Cinturon volcanico, como en San Blas. Ademas, como se ve en el caso de mesa de Punta Prieta, hay evidencias morfologicas que señalan que esta costa esta relacionada con la formacion del Rifo de California. Este aspecto se tratara con detalle mas adelante, al tocar el tema de la plataforma submarina adyacente a esta zona.

III. Sierra Madre Occidental.

Esta gran provincia se caracteriza por una serie de elevaciones montañosas cuyos tipos geneticos principales son las montañas de rocas volcanicas precuaternarias, mesas volcanicas, laderas de fuerte pendiente y grandes cañones. Ademas, un perfil transversal a esta provincia cuya direccion sea E-W (perfil C-C' de la figura 7) demuestra que las mesas y sierras se alternan con depresiones paralelas a ellas, que en plano presentan una direccion Norte-sur.

Para algunos autores, como Ordoñez (1946), la Sierra Madre Occidental constituye una provincia, cuyos rasgos geológicos y geomorfológicos son muy homogéneos en la mayor parte de su extensión. Geológicamente se trata de grandes paquetes de ignimoritas del Terciario Medio cuyo basamento está constituido por rocas volcánicas anteriores y rocas intrusivas y metamórficas, columna que aparece en la mayor parte de los sitios estudiados, e incluso, como se verá más adelante, se extiende hacia otras provincias. Dicho paquete está afectado por un sistema de fallas normales que la vuelven una serie de bloques levantados y hundidos. Este sistema estructural es reconocido por algunos autores como Stewart (1978) como la provincia "Basin and Range", en español, "Cuencas y Sierras".

El sistema estructural "Basin and Range", está constituido por una serie de bloques levantados alternados con bloques hundidos. Esta estructura es producto, según la hipótesis de Stewart (1978), del desarrollo de una serie de fallas normales de un sistema extensional que afectó las unidades litostratigráficas anteriores al Neógeno, y además, la actividad se prolongó en algunos casos hasta el Cuaternario. El sistema estructural no solamente afectó el área de la Sierra Madre Occidental, sino otras de las provincias vecinas, lo cual se comprobó a través del análisis del relieve (figura 21).

La hipótesis de Stewart (op. cit.) está basada en resultados de investigaciones anteriores de la provincia en cuestión, y son: manto superior anómalo, corteza delgada, elevado flujo de calor y levantamiento regional (regional uplift), lo que dio por resultado un régimen extensivo con alta generación de calor. Esta situación ocurrió después de la consumación de un régimen de subducción -posiblemente el de la Placa Farallon a principios del Neógeno- a lo largo de la margen continental del oeste de Norteamérica, evento contemporáneo con el salto dado por la dorsal del Pacífico hacia el oriente y con el inicio de la formación del Rift de California.

Las características particulares de la provincia de Cuencas y Sierras, según Stewart (op. cit.) son:

1) Alternancia de pilares (horsts) y bloques hundidos (grabens). Ver figura 21, modelos A y B.

2) En otros casos se trata de bloques que se encuentran inclinados por fallas liséricas, por lo que están rotados, y sus crestas morfológicamente corresponden a algunas de las elevaciones de la Sierra Madre.

De aquí surgen las dos diferencias que hacen a esta provincia vulnerable a subdividirse en dos subprovincias.

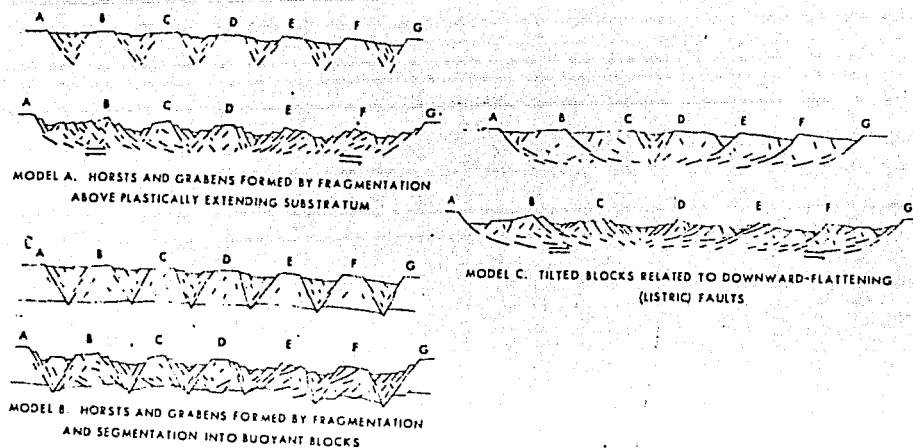


Figura 21. Estructuras de Horst y Graben (modelos A y B) y estructura de bloques inclinados (fallas listricas; modelo C) de Basin and Range. En ambos casos se muestran las etapas tempranas y tardia del desarrollo (Stewart, 1978).

La subprovincia Mesas y depresiones del Este de la Sierra Madre (Illa) como se aprecia en el perfil de la figura 9, presenta una morfología predominantemente de mesas volcánicas altas, bordeadas por laderas de fuerte pendiente que tienden hacia las depresiones o hacia los grandes cañones (figura 22). Las mesas son cimas de bloques levantados, es decir del primer caso de los mencionados anteriormente. El segundo caso se presenta en ciertas zonas de crestas de bordes de bloques rotados, como la Sierra Alicia en Nayarit. Ambos casos se pueden observar con detalle en las inmediaciones del río Grande de Santiago.

Otro rasgo común que aparece en el mapa morfogenético son los escarpes tectónicos de apariencia reciente. Son comunes también las mesas de basalto, las cuales coronan algunas de las cimas, dicho basalto corresponde, según Stewart (op. cit.), a que el régimen extensivo que caracterizó al Basin and Range tuvo por resultado grandes emisiones de basalto a través de las fisuras de las fallas normales, ya que las primeras acumulaciones volcánicas de la Sierra Madre fueron ácidas (ignimbricias) e intermedias.

En conclusión, se puede mencionar que la subprovincia de mesas y depresiones del Este de la Sierra Madre constituye un relieve que refleja en forma pasiva el origen tectónico de la provincia Basin and Range, mencionado en los dos puntos

anteriores.

La subprovincia Crestas y Depresiones del Oeste de la Sierra Madre (Ilib) no refleja las características tectónicas de los dos puntos mencionados. Al parecer, se trata de crestas montañosas que posiblemente tengan el origen Basin and Range, pero la denudación ha sido más intensa que en la otra subprovincia (Illa) pues por las mesas todavía es posible interpretar bloques con mayor facilidad (Ver perfil de la figura 9).

La intensidad de los movimientos tectónicos ha hecho que esta provincia se distinga del resto del territorio por sus grandes diferencias en las elevaciones del relieve, por lo que el mapa de energía del relieve de la República Mexicana (Inedito), elaborado en el Instituto de Geografía, muestra que es una de las zonas de tierra firme que presenta mayores diferencias de altitud, las cuales alcanzan el rango entre 2000 y 3000 metros. El relieve abrupto la ha hecho casi inaccesible al hombre.

IV. Aitiplano Central

Esta provincia está delimitada por la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental y el Cinturón Volcánico Transmexicano.

En términos generales, esta provincia está constituida por planicies, lomeríos, mesas aisladas, relieve de baja energía (ver perfil F-F' de la figura 12).

Aunque en términos generales la morfología se presenta más o menos homogénea, un análisis detallado de esta y de la génesis, muestra que es una zona de gran complejidad. Al grado que haría suponer un Aitiplano constituido por varias provincias y no subprovincias, si es que se consideran en forma estricta las especificaciones dadas para las provincias. Sin embargo, en trabajos anteriores siempre se le ha considerado como una sola provincia. Aquí también se le considera así, por los motivos siguientes:

- 1) Su demarcación más o menos clara entre los tres sistemas geomorfológicos mencionados al principio.
- 2) La mayor parte de su superficie se encuentra entre los 1700 y 2200 metros sobre el nivel del mar (ver perfil de la figura 12).
- 3) Una morfología predominantemente de planicies y tipos de relieve de poca energía (ver figura 22). En la carta de energía del relieve, citada anteriormente, las diferencias de alturas son en su mayoría del orden de los 200 a 300 metros.

4) Aunque tiene influencia de varios sistemas estructurales, es una unidad cuyo origen se debe al relleno de cuenca, por sedimentos, lavas o tierra.

La complejidad genética del Altiplano Central, fundamentalmente tectónica, en efecto, se refleja en el relieve. De tal manera que es posible dividir a esta Provincia en cinco subprovincias: elevaciones y bajadas del Sur de Durango, Elevaciones y Bajadas del Altiplano Nororiental, Planicies y Lomerios de Zacatecas y San Luis Potosí, Fosas Reactivadas del Altiplano y Altiplano Sur.

La subprovincia de Elevaciones y Bajadas del Sur de Durango (Iva) es una unidad constituida por sierras aisladas de montañas plegadas o volcánicas precuaternarias y algunas montañas de bloque, que en la mayor parte de los casos están cubiertas con vulcanitas precuaternarias.

Un análisis minucioso del relieve indica que es una zona de rocas volcánicas del terciario y rocas sedimentarias del Cretácico, que evidentemente tienen algunas intrusiones, lo que se refleja en las montañas con estructura de bloque. Ello se corrobora con el hecho de que existe la explotación minera, como en Sombrerete, Zacatecas.

De las elevaciones se tienden amplios piedemontes, la mayoría de ellos disecados.

A grandes rasgos las elevaciones presentan dos direcciones, N-S y NW-SE, lo que indica que predominan dos sistemas estructurales, el sistema Basin and Range y el de la Sierra Madre Oriental.

Otro de los rasgos que complican aun más el paisaje son las mesas de basalto, como las que ya se han mencionado para la Sierra Madre Occidental, las cuales son derrames fisurales. A este tipo de mesas que también aparecen en la Sierra Madre Occidental, con base en cartas geológicas y trabajos publicados (Nieto, 1953; Nixon, 1957; Pascuare, 1957) se les ha asignado una edad que va del Neógeno al Holoceno. Por los rasgos morfológicos que estas mesas presentan, es posible interpretar que los basaltos son posteriores al evento "Basin and Range" y que incluso se presentan algunos tan recientes como los de La Breña, Durango, en esta misma subprovincia pero fuera del área en estudio ($24^{\circ} 10' N$ y $104^{\circ} 15' W$).

La subprovincia Elevaciones y Bajadas del Altiplano Nororiental (Ivb) constituye una serie de elevaciones y lomerios de rocas sedimentarias plegadas, rodeadas por amplias bajadas (piedemonte acumulativo).

Las elevaciones, la mayor parte menores a los 600 metros, poseen una orientación general NW-SE y la influencia

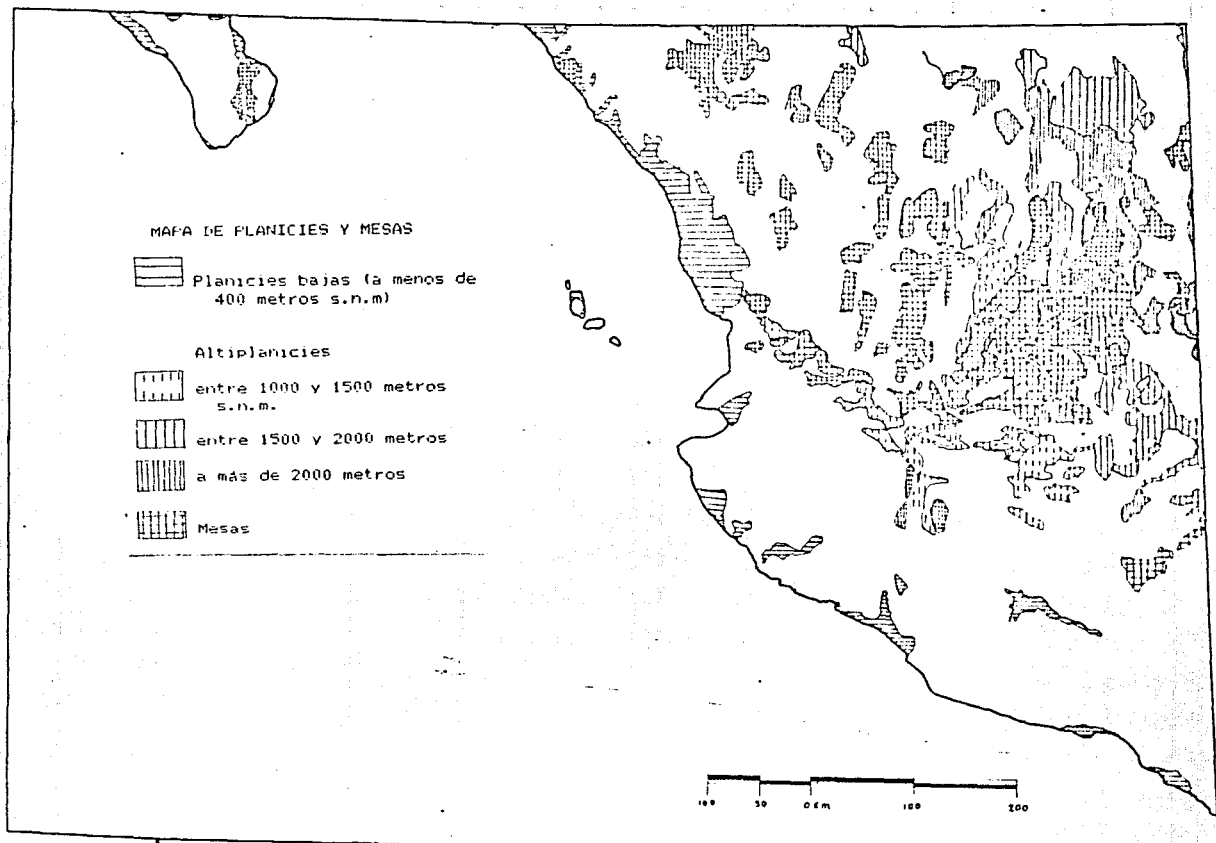


Figura 22. Mapa que muestra la distribución altitudinal de las planicies y la distribución de las mesas en la zona estudiada. Obsérvese que existe un rango, entre 400. y aproximadamente 1000 metros, en el que no hay planicies.

del sistema tectónico de la Sierra Madre Oriental. Esto se corrobora con el hecho que las unidades litoestratigráficas de esta provincia son semejantes a las de la Sierra Madre Oriental.

El clima árido que impera en esta zona ha favorecido los piedemontes acumulativos, los cuales, a diferencia de los encontrados en las elevaciones del sur de Durango, no tienen una disección considerable; cueren estructuras de litología similar a las elevaciones y se han cartografiado como lomerios de rocas semisepultadas. Esto también apoya la idea de otros autores citados por Lopez Ramos (1983) quienes consideran a la mayoría del Altiplano Central como relleno sedimentario.

La subprovincia Planicies y Lomerios de Zacatecas y San Luis Potosí esta caracterizada por una morfología de planicies onduladas de lomerios y mesas aisladas. El paisaje típico se muestra en la figura 23.

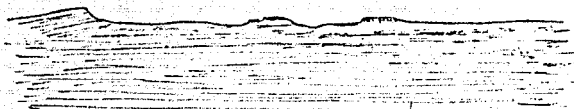


Figura 23. Expresión típica que presenta el relieve de la subprovincia Planicies y Lomerios de Zacatecas y San Luis Potosí. Predominan las mesas y lomerios aislados como una especie de relieve relictos.

El término lomerios, al igual que en la subprovincia anterior, se refiere al relieve residual (Figura 12). En muchos casos se trata de cuevas, en otros hay mesas aisladas de estratos horizontales o de rocas volcánicas. Ello hace pensar que aquí confluyen los dos sistemas tectónicos, el de "Llanuras y Sierras" y el mesoamericano de la Sierra Madre Oriental.

Las planicies de esta subprovincia son onduladas y se han catalogado como de piedemonte ya que son la continuación de las bajadas de las provincias vecinas. También hay algunas planicies aluviales y lacustres, un buen ejemplo de zona árida en la que hay depresiones con playas y salines, conocidas como borzones, cuyo ejemplo se puede ver en Salinas de Hidalgo. Lugares en que se llegan a formar charcas o lagunetas. Las planicies de esta subprovincia son las más bajas del altiplano, pueden indicar que se trata de una gran

área deprimida, entre los 1800 y 1200 metros sobre el nivel del mar (figura 22).

La subprovincia Fozas del Altiplano (Ivd) es un área muy interesante, pues se trata de una serie de sierras y mesas de poca altura alternadas con depresiones, ambas con una dirección N-S y en algunos casos NNW-SSW.

La interpretación que se puede hacer aquí, tomando como base el mapa morfoestructural y el de lineamientos (mapa 1), es que las sierras y las mesas constituyen bloques levantados y las depresiones bloques hundidos y, dado que la mayor parte son de rocas volcánicas precuaternarias semejantes a las de la Sierra Madre Occidental, se piensa que es una extensión muy clara del régimen tectónico "basin and range". Stewart (op. cit.) lo extiende hacia esta zona; Pasquare et al (1967), en su división morfoestructural, reconoce esta área como región de bloques reactivados, y también la asocia a la formación de la Sierra Madre Occidental.

Esto se corrobora también con el hecho de que muchos de estos bloques presentan yacimientos minerales, como es el caso de la Sierra de Zacatecas, donde se asienta la ciudad del mismo nombre; se reporta un portido andesítico del Cretácico, se considero como una elevación de rocas volcánicas terciarias, pero cabe hacer la aclaración que esta no parece tener ninguna relación con las que en este trabajo se designan bajo el mismo tipo genético en la Sierra Madre del Sur, las cuales tienen su origen en el arco magmático Alisitos Tepehualpan del Jurásico y el Cretácico.

La génesis de las elevaciones no es únicamente volcánica del terciario, sino que también afloran en los bloques rocas intrusivas y metamórficas más antiguas. López Ramos (1983), con base en otros trabajos reporta esquistos de la Formación Zacatecas en algunos de estos bloques.

La subprovincia Altiplano Sur (Ive) es un área con características muy distintas a las anteriores, pues el relieve predominante son las mesas; es posible dividirla en dos regiones (figura 22).

La región mesas de los Años de Jalisco (11) se caracteriza fundamentalmente por mesas basálticas que, según los datos de Nixon et al (1966), pueden tener un origen similar al de las mencionadas anteriormente para el caso de las elevaciones del Sur de Durango. Las mesas están disecadas y las cañadas de los barrancos están remontando hacia el interior del Altiplano; se trata también de material de relleno.

La región elevaciones y mesas de Guanajuato (12), difiere un poco de la otra región, pues muestra un relieve mucho más variado, ya que aparte de tener mesas volcánicas, hay elevaciones menores y planicies con piedemontes disecados

y mesas aisladas. Algunas de las elevaciones son bloques levantados, de rocas antiguas intrusivas y metamórficas, evidencia que se corrobora con el hecho de que también hay zonas de yacimientos minerales. Esta región y la anterior limita en algunos lugares bruscamente con el Bajío en forma de mesas, quizás sea la pauta que haya hecho pensar a muchos autores que se trata de una gran "mesa", término que el autor considera inadecuado, por el carácter morfogenético ya descrito.

En conclusión, las variaciones que muestra el altiplano comprueban que éste es poligenético. La influencia de los dos regímenes tectónicos, el basín ano Range y el de la Sierra Madre Oriental ya ha sido mencionado por otros autores (González et al, 1966), lo cual, hasta cierto punto se comprueba con el análisis regional del relieve.

V. Cinturón Volcánico Transmexicano

Esta provincia se caracteriza por estar constituida por una cadena de centros volcánicos cuaternarios que se extiende desde el Océano Pacífico en Nayarit hasta el Golfo de México en Veracruz. En este trabajo únicamente se trata la mitad occidental del cinturón.

Se trata de una de las zonas del país mejor estudiadas en lo geológico y geomorfológico. El detalle de tales estudios favorece a una división regional, que normalmente comprende tres subprovincias (Mooser, 1972; Demant, 1978). Tal división también es válida según la división regional geomorfológica de este trabajo, por lo que se tienen tres subprovincias.

La subprovincia Cinturón Volcánico Occidental (Va) se destaca por su dirección predominante NW-SE y el carácter calcoalcálico de sus productos, lo cual es típico en zonas de vulcanismo originado por la subducción. La subprovincia también es conocida con el nombre de Graben Tepic-Chepala.

Se delimita claramente de la Sierra Madre Occidental por el cañón por el que corre el río Grande de Santiago, ya que, con base en lo que postulan Nieto et al (1985), se trata de una falla profunda de desplazamiento lateral derecho, ligada posiblemente al rift de California. Investigaciones posteriores del mismo autor y expresadas verbalmente lo llevaron a concluir que el cañón del río Ameca también es una falla del mismo estilo; por lo que también constituye un límite muy claro, al sur, en este caso con la Sierra Madre del Sur. Ambos casos se apegan a los indicios geomorfológicos de estructuras profundas según Jain (1984), lo que aquí también se considera como límite entre provincias (perfil B-B' de la figura 5).

Los límites occidentales son claros con respecto al

oceanos y los sedimentos deltaicos de la Planicie Costera del Pacifico. Sin embargo, el cambio no es brusco, ya que como se vio anteriormente, en la planicie hay algunos conos de escoria y frente al delta del Santiago hay una pequeña isla que también es un volcan.

Claramente delimitada de las otras provincias, se presentan diferencias que permiten dividirla en regiones.

La region mesas de Mocteloa (13), al noroeste de Tepic, constituye una serie de lomas con cima mas o menos plana y mesas. Rompe con el esquema general del resto de la provincia y esta fuertemente disecada, lo que habla un poco de su antigüedad. En efecto, se trata de un derrame basaltico, que para Nixon et al (1967) data del Mioceno y está ligado a la apertura de Golfo. Esto es, un origen similar al de la mesa de Punta Prieta en los lomerios de Mazatlán, aspecto que ha sido tratado anteriormente.

La region volcanes de Nayarit (14) constituye la zona mas representativa de la subprovincia y la caracterizan volcanes cuaternarios (ver figura 20). Destacan los grandes volcanes poligeneticos, muchos de ellos considerados activos como el Teboruco. Son importantes el Sangangüey y el San Juan, en las cercanias de Tepic. Hay varias calderas como la de Tepic, la de Santa Maria del Oro, Tepetitlic y la del Tesoro. Existen tambien volcanes monogeneticos agrupados en ciertas zonas, pero se presentan en baja densidad. El resto de la morfologia esta constituida por laderas de material volcanico, que en muchos casos corresponden a piedemontes o a superficies donde afloran rocas volcanicas mas antiguas (ver figura 20).

En la region Sierras y Barrancas de La Quemada (15) no hay volcanes recientes, sino que son elevaciones posiblemente estan ligadas litologicamente a la Sierra Madre Occidental. Sin embargo, por la importancia de los limites ya mencionados, estructuralmente pertenece al Cinturon volcanico.

La region volcanes y mesas Tequila-Guadalupe (16) se caracteriza porque vuelven a aparecer dos centros volcanicos importantes rodeados de mesas volcanicas principalmente basalticas.

El volcan de Tequila es uno de los complejos volcanicos de la zona. Se trata de un volcan poligenetico rodeado de domos ríolíticos. La edad de sus lavas, segun Nixon (1967) está entre 0.6 y 0.2 millones de años.

Las lavas ríolíticas de los domos alrededor de Tequila, como los del Cerro Saavedra, descansan sobre la mesa de Santa Rosa, tipo basáltica, que para Nieto et al (1965) y Nixon et al (1967) tiene una edad alóftica. De este tipo de mesas ya se ha mencionado que son una manifestación de la

apertura del Golfo de California, en este caso ligada a la falla transformante del río Grande de Santiago (Nieto et al, op. cit.).

La Caldera de la Primavera es un centro volcánico que para Mahood (1980) resalta porque se formó por un colapso que ocurrió hace 120 000 años, acompañado por la aparición de los domos con actividad reciente, de hace 10 000 y 5 000 años. A la fecha tiene lugar la actividad hidrotermal, por lo que se le considera una zona de vulcanismo activo ligado a una cámara somera (Venegas et al, 1985).

Para algunos autores, como el mismo Mahood (op. cit.) y Nixon et al (1982), la Primavera marca una zona de debilidad creada por la unión del Cinturón Volcánico Occidental, la zona de fosas y bloques de Chapala y la fosa de Colima.

Los domos de la Primavera son de composición similar a los domos de Tequila (Nixon et al, 1987); ambos resaltan en el mapa morfogenético.

Las superficies de las mesas que rodean a los dos centros volcánicos están cubiertas con piroclastos que incluso se extienden a grandes distancias.

La subprovincia Fosa de Colima-Zacoalco (Vb) es aquella zona que se distingue del resto del Cinturón Volcánico Transmexicano por las siguientes características:

- 1) Un origen muy reciente en el Cuaternario.
- 2) Una dirección preferente N-S.
- 3) Presencia del vulcanismo alcalino, típicamente encontrados en islas volcánicas oceánicas o en rifts; y de productos volcánicos calicoalcalinos, típicamente asociados a arcos volcánicos producto de la subducción (Lunn y Larnichael, 1980).

Es posible dividir dicha subprovincia en dos regiones. Una de ellas es la de Planicies de las Fosas de Colima-Zacoalco (17). Esta zona presenta cuando menos tres fosas separadas por umbrales (ver figura 24). Sus laderas están marcadas por escarpes de falla, que por sus dimensiones y expresión morfológica tan clara, y pueden ser representadas en el mapa morfogenético.

En su interior, las fosas presentan planicies de acumulación lacustre, ya que se trata de cuencas endorréicas. Mucha de la acumulación es de piroclastos que provienen del complejo volcánico de Colima.

Las fosas presentan diferencias entre sí, tanto en orientación como en el estilo tectónico. La del norte, conocida como Zacoalco por Allan (1967), está delimitada por

bloques rotados, y presenta un estilo tectónico extensional de fallas listricas. Por otro lado, las fosas de Sayula y Guzman, separadas entre sí por un umbral constituido por un campo de volcanes monogenéticos, tienen un origen debido a un estilo tectónico diferente. Se trata de bloques sin rotación por fallas normales. Al parecer, las diferencias en los estilos tectónicos, según Allan (1987), esto se debe a las diferencias en las profundidades de las fallas. En el caso de las fallas listricas, la profundidad es menor.

Una observación que se puede hacer al respecto en la carta morfogenética, se detalla en la figura 24. Ahí es de notar que el estilo tectónico de las fallas de la fosa de Zacacoalco da por resultado bordes con crestas; en cambio, las fosas de Sayula y Guzman, mesas.

La región del Complejo Volcánico de Colima (18) se compone de una cadena de volcanes cuaternarios, entre los cuales resaltan en importancia el Volcán de Fuego o de Colima, al sur, y el Nevado de Colima al norte (ver figura 25). El de menor importancia es el Volcán Cantaro, al norte de los anteriores.

El Nevado de Colima es la mayor elevación del área en estudio, es un volcán compuesto, rodeado por un escarpe que corresponde a una cañera. Por su altitud (4242 m) es una zona que presenta rasgos de modelado glacial del Cuaternario (Lorenzo, 1961).

El volcán de Fuego (3890 m) es otro volcán compuesto rodeado por una cañera, cuyos rasgos son notables al norte. Se caracteriza por una actividad reciente que incluso constituye una amenaza a las poblaciones cercanas por sus riños piroclásticos (Martín del Pozzo *et al.*, 1987). Es uno de los volcanes con mayor riesgo de erupción en México.

Al pie de los edificios volcánicos se extienden amplios piedemontes, sobre todo hacia el sur. En este caso es piroclástico, mas abajo es pluvial, pero con influencia de los productos volcánicos. El piedemonte está disecado en muchos lugares por grandes barrancas (figura 25).

En las barrancas es posible observar la Formación Atenquique, la cual muestra grandes espesores de material volcanoclastico de las primeras etapas del complejo (Pobser, 1961; citado por Nixon, 1987). El material de dicha formación oscurece la continuación de la fosa de Colima hacia el sur. El valle del río Loauayana marca la continuación de las fallas de dicha fosa hacia el sur.

Con base en lo anterior y en el mapa morfogenético, se puede concluir que esta subprovincia presenta rasgos morfológicos que atestiguan una actividad tectónica y volcánica muy reciente.

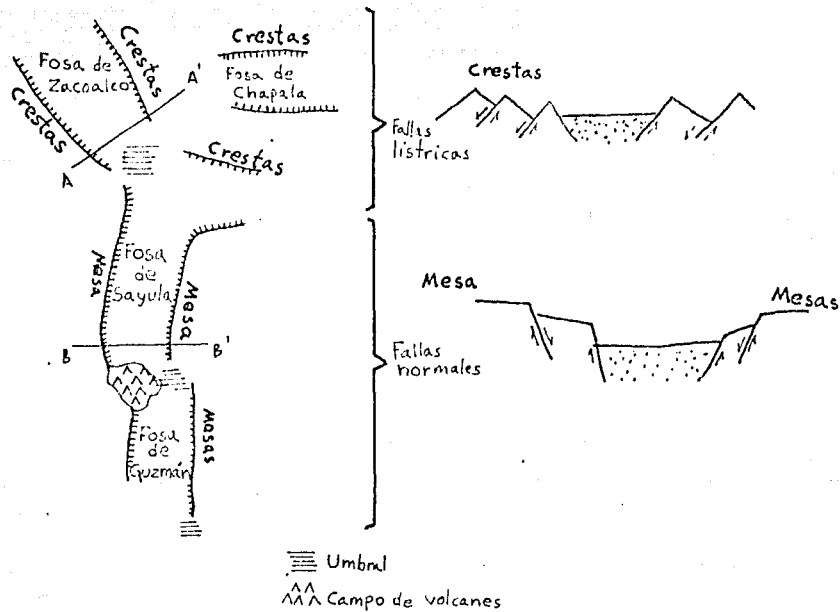


Figura 24. Croquis simplificado de la serie de fosas que existen entre Zacualco y Cd. Guzman, Jalisco. Croquis sin escala y basado en los croquis de Allan (1987).

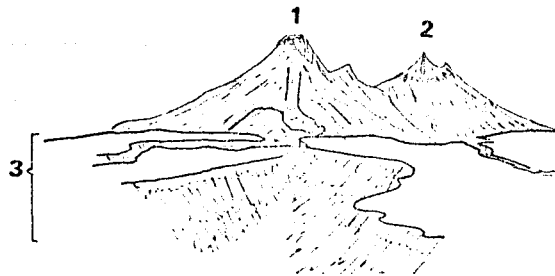


Figura 25. Complejo volcánico de Colima. Vista desde el suroeste.

- 1) Volcán de Fuego.
- 2) Volcán Nevado de Colima.
- 3) Piedemonte con disección.

La subprovincia Cinturón Volcánico Central (Vc) se caracteriza, al igual que la occidental, por el tipo calcálico de sus productos. Sin embargo, presenta ciertos rasgos que permiten dividirla en regiones.

La región Bloques Inclinados y Fosas de Chapala-Arandas (19) se caracteriza por una serie de depresiones y elevaciones alargadas, con dirección E-W y NW-NE. Una de tales depresiones la ocupa el lago de Chapala. El Río Lerma corre entre los escarpes de falla que delimitan a los bloques (ver figura 26). Pasquare et al (1967) reconocen a esta región en su mapa morfoestructural como "fitted blocks".

Hacia el noreste, en las inmediaciones de Arandas y Atotonilco el Alto, predomina la morfología de bloques inclinados con menor altura, dando por resultado lo que en el mapa morfoestructural se conoce como lomeros de bloques inclinados que en algunos lugares llegan a formar mesas inclinadas, como ocurre al oeste de Atotonilco el Alto y al sur de Arandas en el estado de Jalisco (ver perfil de la figura 14).

Esta zona se caracteriza por que no hay conos volcánicos salvo en ciertos lugares. Las rocas volcánicas, según Mosser (1972) son anesitas del Plioceno, por lo que se supone que el aflamiento es pliocuaternario o cuaternario. Bocca (1983) reconoce a esta región como mesas volcánicas con disección deca.

La región Bloques y Volcanes de La Piedad corresponde a un relieve de lomeros de bloques de falla como en la provincia anterior, pero con conos volcánicos. Muchos de los conos son anteriores al aflamiento, lo que se observa por ejemplo en el cerro de la Piedad, entre uno de los más importantes, está cortado por fallas normales. Sin embargo, hay conos que no presentan rasgos de aflamiento, pues son posteriores al aflamiento, y más bien producto de estos.

La región Campo Volcánico Mesa Tarasca la define una morfología de conos volcánicos monogenéticos muy recientes y campos de coradas de lava y acumulaciones de piroclastos. La morfología típica de los conos de este campo ha sido estudiada por Hasenauer y Lammichaei (1965), quienes afirman que se trata de una dinámica eruptiva muy activa en el Cuaternario.

Este tipo de campos de volcanes es reconocido por Williams y Mc Birney (1979) como "clusters" o "racimos de volcanes"; en cambio, Ullier (1972) lo reconoce como vulcanismo areal.

Es una de las zonas con mayor densidad de volcanes dentro de CVM que según Lugo et. al. (1935) presenta una densidad entre 9 y 12 volcanes en un área de 100 km²; en algunos lugares como al norte del volcán Lanzitaro donde la

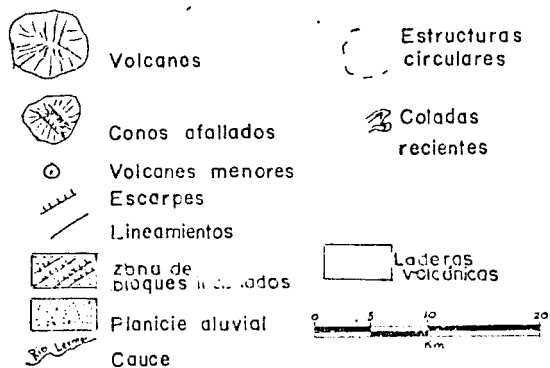
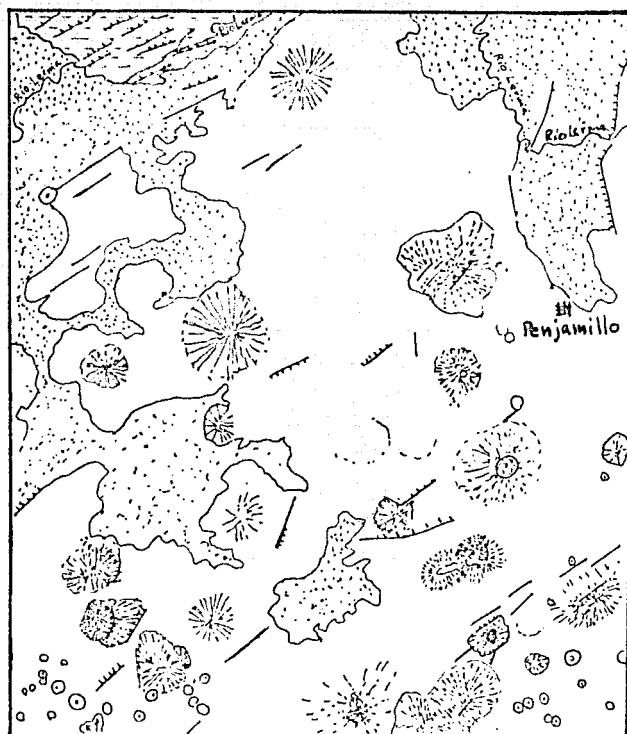


Figura 26. Sector norte de la Mesa Tarasca y oriente del Bajío. Interpretación de imagen LANDSAT, banda 7, en una escala aproximada de 1:500 000.

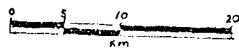
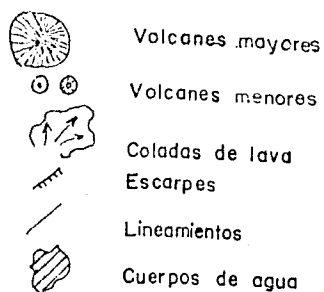


Figura 27. Sector sur del campo de volcanes monogenéticos de la Mesa Tarasca de Michoacán. Interpretación de una imagen LANDSAT, banda 7, en una escala aproximada de 1: 500 000.

densidad llega a más de 12 volcanes en 100 km². Por tal característica y por los rasgos tan recientes es considerada como una de las zonas más activas del CVFM, ello está latente, lo es apoyada por la aparición de un nuevo volcán, el Parícutin, en 1943.

Esta región está caracterizada también por bajos valores de densidad de la disección, de alrededor de 2 km/km², de acuerdo con Raisz (1965). Esto se debe a que el relieve joven, dominado por coladas de lava y conos, ha impedido una integración importante del drenaje. Los conos presentan alineaciones, pero no es posible observar las fallas, dadas las grandes acumulaciones de vulcanitas recientes. Sin embargo, Mooser (1972) menciona que tienen un patrón similar al de las regiones adyacentes, lo que aquí se considera como Bloques y Volcanes de La Piedad y Volcanes y Depresiones Zacapu-Patzcuaro.

En la imagen LANDSAT es posible interpretar todas las características morfológicas mencionadas anteriormente (ver figura 27).

Para Mooser (1972), el vulcanismo areal de esta región se ha desarrollado a partir de un aflamamiento cuaternario, como el descrito en las otras provincias, con la variación de que aquí la corteza interior muestra una plasticidad mayor.

La región Volcanes y Depresiones de Zacapu y Patzcuaro (22) está caracterizada porque se siguen presentando estructuras alineadas en los patrones descritos anteriormente, sin embargo la densidad de volcanes es menor, 6 volcanes en 100 kilómetros cuadrados, todos ellos recientes y de diversos tamaños. Sin embargo, afloran rocas volcánicas del Neógeno.

Debido al aflamamiento, se han formado depresiones lacustres cerradas como Patzcuaro, o exorreicas como Zacapu. En esta los lagos han desaparecido, dejando planicies de acumulación lacustre.

Los valores de la densidad de la disección están muy bien distribuidos en relación al relieve, ya que en las planicies es menor a uno y en las elevaciones llega a 4 km/km².

La región de Elevaciones y Planicies del Bajío (23) es de planicies de acumulación fluvial; también aparecen lomeros y montañas bajas y aisladas de rocas volcánicas. Aquí, la densidad de volcanes es mucho menor que en las regiones descritas anteriormente, de 1 a 3 volcanes en 100 km² (Lugo Hupp et. al., 1955).

Sin embargo, la morfología dominante la constituyen las planicies aluviales y lacustres, que por lo general son producto de la acumulación del río Lerma cuyos sedimentos forman suelos muy fértiles. Algunas elevaciones son de rocas

volcánicas precuaternarias, de litología similar a las que aparecen en el Altiplano Central, hacia el norte.

Un elemento muy destacado en esta región es el campo de cráteres (maares) ocupados por agua que se asientan en la planicie del Río Lerma, y que localmente son llamados "hoyas". Un campo similar existe fuera de la zona en estudio, en la cuenca de Oriental en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz. Investigaciones al respecto, han llevado a considerar que este tipo de erupciones están asociadas a mantos de agua subterráneos o zonas lacustres, por lo que son erupciones tectónicas.

En conclusión, el modelado de las estructuras neogénicas y cuaternarias de esta región ha sido fundamentalmente por la actividad del Río Lerma y sus tributarios. Sin embargo, los movimientos tectónicos han modificado su curso, lo que posiblemente se interpreta por los umbrales marcados entre las planicies en el mapa morfogenético.

La región Bloques de Morelia-Cuitzeo (24) está constituida por una serie de elevaciones de rocas volcánicas precuaternarias, con una estructura muy clara de horsts inclinados que forman crestas. Todas estas características, las estructuras tienen relación con la región Chapala-Arandas, incluso, Pasquare et al (1987) muestra que el origen es similar y las pone dentro de la misma región "Tilted Blocks".

Las rocas que componen tales estructuras son de basalto, andesita y riolitas. Además, hay algunos volcanes cuaternarios, aunque en muy baja densidad, 3 volcanes en 100 km² (Lugo Huip et. al., op. cit.).

Entre los bloques se forman depresiones, por las que escurren algunas corrientes fluviales. Otras son de nivel de base, donde hay lagos, como es el caso de Cuitzeo, lago que ha sufrido regresiones y dejado planicies de acumulación lacustre.

La región de la Sierra de San Lázaro (25) constituye un macizo volcánico caracterizado por sus crestas y mesas. Al parecer se trata de un bloque elevado de rocas precuaternarias similares a las ignimbritas de la Sierra Madre Occidental, o lo que también puede ser una muestra del basamento precuaternario del Cinturón Volcánico Transmexicano.

Esta zona no presenta volcanes cuaternarios, que como se ha visto en alta o baja densidad, caracterizan a las otras regiones. Sin embargo, morfoestructuralmente está ligada al CVIM (Pasquare et al, op. cit.). Presenta los valores más altos de densidad de la disección en el Cinturón Volcánico, 7 km/km² (Palacio Prieto, op. cit.). Las profundidades de la disección son elevadas, entre 200 y 300 y hasta más de 300

metros. Ello posiblemente se deba a la antigüedad del material, las fuertes pendientes y el grado de afallamiento que presenta la estructura.

VI. Sierra Madre del Sur

Es la provincia más compleja en cuanto a su origen y morfología, lo cual se aprecia en la cantidad de tipos de relieve que presenta y en las edades tan variadas de sus rocas. En general, se trata de montañas bloque, plegadas y volcánicas de varias edades, la mayoría afectadas fuertemente por la actividad tectónica y erosión. Dada su diversidad morfogenética y de los sistemas tectónicos que influyen sobre ella, esta provincia se ha dividido en cuatro subprovincias.

La subprovincia Sierras del Norte del Bloque de Jalisco (Via) está constituida por una serie de elevaciones mayores de rocas volcánicas precuaternarias. En sus cimas se presentan mesas angostas, bordeadas por laderas de fuerte pendiente. En algunos lugares, es posible notar que las sierras están sobre un basamento de rocas ígneas intrusivas del Cretácico, por lo que se han considerado como montañas bloque con cubierta volcánica. Por lo tanto, la litología muestra la influencia de la Sierra Madre Occidental.

Autores como Orozco (1946) y Aubouin (1962; citado por Nixon *et al.*, 1987) que definen esta subprovincia como parte de la Sierra Madre Occidental. En este trabajo no se consideró así, ya que la falla del río Ameca es un rasgo importante para delimitar a la Sierra Madre del Sur, además del hecho que entre esta y la Sierra Madre Occidental se encuentra el Cinturón volcánico transmexicano.

Al pie de esta región se reconoce una fractura con dirección E-W, ya que se interpretó un campo de volcanes monogenéticos cerca de la localidad de La Mascota, Jalisco.

La subprovincia Sierras del Sur de Jiquilpan (Vib) presenta una estructura y litología semejante a la anterior. Prácticamente están separadas entre sí por la fosa de Colima, lo que había un poco de la relación genética y de la edad de la estructura.

La subprovincia Sierras del Sur abarca el resto de la Sierra Madre del Sur y se caracteriza por presentar mayor complejidad. Lo cual se demuestra por su división en cuatro regiones.

La región Sierras del Sur del Bloque de Jalisco (26) se encuentra al sur de las montañas de rocas volcánicas descritas al principio, con la que no tiene tampoco límites muy bien definidos. Esta región está comprendida por montañas de rocas ígneas intrusivas y metamórficas generalmente bajas y tórridas cerca de la costa. También es parte del

bloque Jalisco, que queda enmarcado entre la falla del río Ameca y la Fosa Colima-Zacoalco, entre los que forma un triángulo que ocupa la porción suroeste del estado de Jalisco.

Caracterizan a esta región las montañas de bloque sobre todo de granito. Un trabajo sobre la estructura de bloque de estas sierras lo presentan Lugo Huop y Urtiz R. (1960).

La región Planicie La Gloria (27) está muy bien delimitada en las cartas geológicas y en las imágenes LANDSAT. Se trata de una planicie compuesta por sedimentos marinos de plataforma de edad neogénica. Al parecer fue un bloque que en mucho tiempo estuvo bajo las aguas del océano. La planicie está disecada y la rodean sedimentos aluviales.

La región Planicie de Tecoman (28) constituye un sistema deltaico creado por la acumulación de los ríos Coahuayana y Armería, por lo que puede pensarse que es la continuación y la conexión de la Fosa de Colima-Zacoalco y la de Manzanillo.

La región Sierras del Sur de Michoacán y Guerrero (29) se extiende justamente desde la Fosa de Colima, hacia el oriente, se caracteriza por su relieve montañoso y la complejidad de su génesis. Hay montañas de bloque en rocas metamórficas, de bloque en rocas intrusivas, volcánicas de rocas terciarias y precuaternarias y sedimentarias plegadas del cretácico. Además, hay estructuras combinadas como bloque y plegada o bloque con cubierta volcánica.

Los procesos exógenos han actuado intensamente sobre estas estructuras, los macizos montañosos están disecados por valles erosivos o por valles de amplias planicies; los cursos rectos delimitan bloques. Algunas de las montañas de rocas plegadas constituidas por calizas, presentan rasgos de disolución karstica, entre las que predominan las pequeñas simas.

En general, la morfología de las montañas volcánicas y bloque a simple vista llega ser similar. Un análisis detallado de cartas topográficas, para cada tipo de montaña ha llevado a considerar lo siguiente:

1. Las montañas de rocas volcánicas precuaternarias presentan una red fluvial menos integrada, sin cursos muy rectos y los menores valores de densidad de la disecación (figura 28)

2. Las montañas de rocas volcánicas terciarias, del Arco Alisitos, presentan una mayor integración de la red, trazos más rectos y en general mayores valores de densidad de la disecación que las anteriores (figura 29)

3. Las montañas bloque de rocas ígneas

Figura 29.
Configuración de la red fluvial en una montaña de rocas volcánicas preterciarias en la Sierra Madre del Sur. Densidad de cauces: 3.0 km/km².
Fuente: Carta topográfica 1:50 000, E14A72.

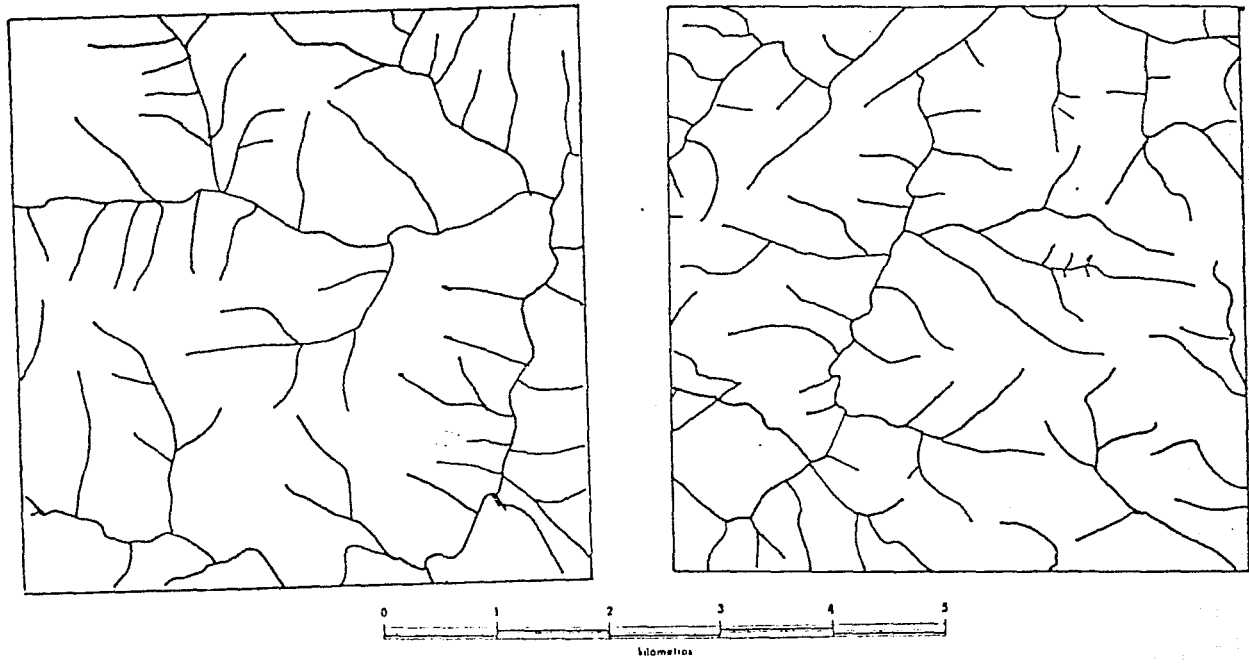


Figura 28.
Configuración de la red fluvial en una montaña de rocas volcánicas precuaternarias en la Sierra Madre del Sur. Densidad de cauces: 2.3 km/km². Fuente: Carta topográfica 1:50 000, E14C13.

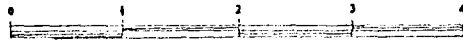
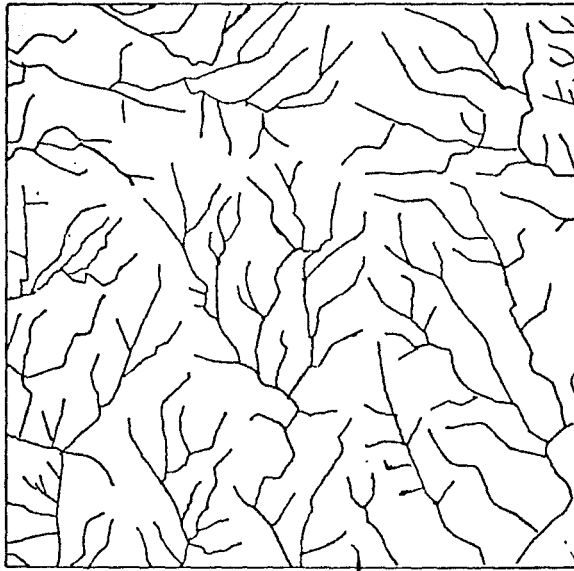


Figura 30.

Configuración de la red fluvial en una montaña granítica con estructura de bloque al norte de Manzanillo, Colima, en la Sierra Madre del Sur. Densidad de cauces: 3.8 km/km². Fuente: Carta topográfica 1:50 000, E13B43.

intrusivas o metamórficas presentan una red de bien integrada, en la que es posible notar capturas, configuración rectangular y valores de densidad de la disección elevados (figura 30). En otros casos llegan a presentar configuraciones anulares, por lo que en la costa forma pequeñas bahías circulares como al occidente de la costa de Michoacán o en la costa de Jalisco.

Lo anterior favorece a la determinación del tipo de montaña interpretada en escalas mayores y a considerar parámetros que habían un poco sobre su edad.

VII. Depresión del Balsas-Itepalcatepec

La depresión del Balsas-Itepalcatepec, se encuentra demarcada entre el Cinturón Volcánico Transmexicano y la Sierra Madre del Sur (ver perfil de la figura 11). Los criterios de delimitación no son tanto geológicos, ya que de ser así formaría parte de las dos provincias anteriores. El criterio altimétrico tampoco se utilizó, debido a que los bordes, muchas veces marcados por zonas de transición, varían. Aquí se aplicó un criterio morfológico; se tomó como Depresión Balsas-Itepalcatepec a las lagunas y el fondo de la cuenca drenada por los ríos del mismo nombre y algunos de sus tributarios.

El problema del criterio de delimitación ha hecho que algunos autores, como Guinones (1937), no la considere como provincia, lo que se considera imposible, de pasar por alto, por las implicaciones en otros aspectos geográficos y por su clara morfología de depresión (ver perfil de la figura 11)

La subprovincia Depresión del Ittepalcatepec (VIIa) es la que se encuentra al occidente y constituye la mayor parte del área drenada por el río del mismo nombre. Esta constituida en su mayoría por planicies aluviales que forman suelos muy fértiles, lo que caracteriza a la tierra caliente de Michoacán. Hay bajadas que provienen del Cinturón Volcánico y algunas de lomeros y elevaciones aisladas.

La subprovincia Depresión del Balsas (VIIb) se encuentra al oriente y esta formada en gran parte por el cañón del río del mismo nombre. Sin embargo, la mayor parte de esta superficie está cubierta por las aguas de la presa del Infiernillo. A los lados hay márgenes de fuerte pendiente en rocas volcánicas y no volcánicas, que en muchos casos están escalonadas. Esto permite pensar que la depresión existe desde el Paleógeno, ya que entre las rocas no volcánicas está la molasa de la Formación Balsas, es decir que el río Balsas corta unidades litológicas que alguna vez rellenaron una cuenca que ya existía.

La subprovincia Lagunas y Barrancas de Tacámbaro (VIIc)

es una zona en la que las fuertes pendientes rompen con el Cinturón Volcánico y forman un declive hacia el Cañón del Balsas. En ese declive hay un piedemonte disecado, que al parecer es muy antiguo; hay también algunas elevaciones de bloque de rocas ígneas y metamórficas o bien laderas de fuerte pendiente tanto en rocas volcánicas como no volcánicas.

Hay un gran desarrollo de valles erosivos con profundidad de disección de los 100 metros en la parte más alta hasta más de 300 en algunos lugares, según datos de Palacio Prieto (1965).

ZONAS DE TRANSICIÓN

Son aquellas regiones que influenciadas por dos provincias, presentan rasgos comunes a estos. Es necesario mencionar las características de cada una de ellas con la finalidad de fundamentar su clasificación. Con esto se concluye la descripción de la parte que corresponde a Sierra Firme y Píataroma Continental. Un hecho interesante es que la mayor parte de las zonas de transición pertenecen al Altiplano Central, lo que confirma la complejidad de dicha estructura. Por otro lado, el CVIM, dada su juventud, no tiene límites bien definidos en algunas localidades, por lo que también presenta zonas de transición.

La región Sierras y Depresiones de Fresnillo (30) constituye una transición entre la Sierra Madre Occidental y el Altiplano Central. La primera presenta sierras bajas en direcciones similares a esta y de la misma litología. Los elementos del Altiplano Central se aprecian en las planicies y en los piedemontes, y afloran algunas elevaciones bajas de rocas más antiguas características de los lomeríos del Altiplano. Por esto no se puede trazar una línea fija entre ambas provincias.

La región Mesas y Elevaciones del Norte de Zapopan (31) se encuentra al sur del cañón del Río Grande de Santiago, al norte de la ciudad de Guadalajara. Es una zona que eminentemente se encuentra en el Cinturón Volcánico Transmexicano, sin embargo se presentan mesas de vulcanitas y montañas volcánicas precuaternarias como las de la Sierra Madre Occidental. Dichas mesas también están siendo disecadas por cañones, cuyas cabeceras incluso se acercan a Guadalajara. Nixon et al (1967) afirma que hay ignimbritas aflorando en las mesas, por lo que morfológica y genéticamente esta relacionada con la Sierra Madre Occidental.

La región Planicies y Mesas de León (32) constituye una transición entre el Bajío, que pertenece al CVIM, y el Altiplano Central. En esta zona se presentan planicies que son la continuación del Bajío y hay conos volcánicos aislados. Sin embargo, se reconocen mesas aisladas de

litología similar a las del Altiplano sur. Para algunos autores como Ordóñez (1946), esta zona ya es parte del Altiplano Central; sin embargo, a diferencia de otras localidades, los límites entre las provincias no están bien definidos.

La región de Volcanes y Mesas de Capilla de Guadalupe (33) se encuentra al sur de los Altos de Jalisco. En este lugar se presentan una serie de conos volcánicos de edad cuaternaria sobre las mesas, que ya son características en litología y forma al Altiplano sur. La incertidumbre de considerar que los volcanes, estén o no ligados a la actividad del LVIM, conduce a no considerarlo parte de ninguna de las dos provincias.

La región de Bajadas y Volcanes de Nueva Italia (34) constituye una transición entre el Círculo Volcánico Transmexicano y la Depresión Bajas-Itepec. Se trata de una especie de glacis que desciende desde el Campo Volcánico Mesa Tarasca hasta la Planicie más baja de la Depresión del Río Itepec. Sin embargo, sobre el glacis, hasta muy abajo hay volcanes muy recientes, por lo que también es difícil trazar el límite de ambas provincias (ver perfil E-E' de la figura 11).

VIII. Plataforma Continental de Nayarit y Sinaloa.

Esta provincia corresponde a la continuación submarina de la Planicie Costera del Pacífico, y en el mapa se ha delimitado hasta los 200 metros de profundidad. Sin embargo, sus bordes reales, es decir los límites con el talud, son suaves, excepto frente a Mazatlán, donde se observa un escalonamiento exactamente en el borde.

Comprende dos subprovincias. Una de ellas es la Plataforma de Nayarit y Sinaloa (Villa), la cual presenta por lo general una morfología plana. Sin embargo, hay rasgos aislados que rompen con la planicie. Frente a Mazatlán hay unas elevaciones de rocas volcánicas precuaternarias que forman islas; frente al delta del río Grande de Santiago se encuentra la Isla Isabel, la cual es un volcán de edad cuaternaria. Además, al sur de la provincia, se presenta la Depresión de San Blas, la cual es muy ancha y con una profundidad máxima de 294 metros.

Se considera que el origen de esta plataforma es el resultado de la acumulación de sedimentos aportados por los ríos, los cuales cubren la margen oriental del rift de California. A diferencia de lo descrito para las plataformas de Baja California, en la margen oeste del rift, las corrientes que llegan a esta plataforma son numerosas y constantes, pues provienen de cuencas muy amplias y de zonas más húmedas, y por ende, aportan una carga mayor de materiales sedimentarios, dando forma a esta plataforma.

Aguayo (1981) reconoce que el material puede ser fluvial de sedimentos finos. Kozo (1980) menciona que existen corrientes submarinas, por lo que se supone que debe haber algún tipo modelado.

La Plataforma de las Islas Marias (VIIb) está unida al resto de la provincia, pero su origen parece ser diferente, ya que es más angosta y presenta bordes escarpados. Posiblemente sea un aloctono ligado a la Fractura Tamayo, hipótesis que para el autor tiene fundamento en la interpretación misma de la morfogénesis.

Según los resultados de las investigaciones de Bourgeois et al (1987), esta zona presenta gran complejidad, ya que se trata de una zona de transición entre una margen pasiva y otra activa, transición posiblemente marcada por la Fractura Tamayo. Esto, combinado con el hecho de que las islas tienen una litología similar a la de Baja California y a la Sierra Madre del Sur, hace pensar al autor que es un aloctono ligado a la Fractura Tamayo.

El origen de las islas es continental, ya que tres de ellas son de bloques en rocas ígneas intrusivas y una de roca volcánica del Terciario. En el recorrido de campo, en la Isla María Madre se observó una planicie de sedimentos marinos de plataforma inestable con terrazas.

IX. Plataformas de la margen continental del Sur

Esta plataforma bordea la Sierra Madre del Sur, es angosta y de anchura similar en toda su extensión, al menos, entre Cabo Corrientes y Acapulco, según Curray (1970). En Bahía de Banderas la plataforma prácticamente no existe.

Con base en los trabajos de Curray (op. cit.), Carranza Edwards et al. (1986) y Lugo Huop (1985), es posible establecer para esta provincia las características generales siguientes:

- Se sitúa en una margen continental de colisión activa.
- Anchura de 10-15 km. se producen ampliaciones frente a Manzanillo, Colima, y frente al delta del río Balsas.
- Pendiente menor de 1° 30'
- Profundidad constante de los límites reales.
- Bordes escarpados en algunos lugares, como se observa en el mapa.
- Disecada por cañones, que en algunos casos como frente a Acapulco, Guerrero, sus cabeceras se

extienden muy cerca de la costa. Al parecer los cañones marcan zonas de debilidad que dividen los bloques.

- En apariencia, hay terrazas posiblemente debidas a fallas inversas producto del regimen de compresion (figura 31).

- Los sedimentos son gruesos, de arenas y gravas que se extienden hasta los 70 metros.

- Hay entradas de espolones de las montañas de la Sierra Madre del Sur.

tales características reflejan la actividad morfogenética de esta provincia, sobre todo en lo que respecta a la tectónica. En el mapa, el tipo de símbolo es igual que para el talud continental.

TALUD CONTINENTAL

Es aquella ladera de fuerte pendiente que se extiende desde la plataforma continental hasta un límite por lo general de 4000 metros de profundidad, promedio para Leontiev (1982).

El talud tiene diversos orígenes, en función de la tectónica del tipo de margen continental que se trate. Se llama margen pasiva a la que está sometida a un régimen de extensión del piso oceánico, y activa, a la de colisión de placas. En la zona en estudio se presentan ambas. Cabe agregar que el origen y evolución de los taludes se ve modificado por otros factores. Así, es posible reconocer tres provincias dentro en esta gran morfoestructura.

X. Talud de la Margen Occidental del Golfo de California.

Esta provincia corresponde al talud que bordea a la margen sur y oriental de la Península de Baja California. Se trata de una de las margenes del Rift de California, por lo que se le ha clasificado como riftogénico, con base en la clasificación de taludes continentales que propone Leontiev et al (1985).

Sus características principales son sus fuertes pendientes (30° - 35°), escarpes, terrazas y la densidad de cañones que lo disecan. En los que ya se ha visto el poder erosivo de las cascadas de arena. Estos últimos, al parecer, también se desarrollan en zonas de debilidad que dividen bloques. Ello se corroborará porque las caídas apuntan hacia límites de bloques de tierra firme.

XI. Talud de la margen oriental del Golfo de California.

Esta provincia es también un talud de margen riftogénica. La diferencia con la anterior es que hay acumulación de terrígenos, producto de los aportes sedimentarios de los ríos. Las pendientes son de 2° a 4° y aunque la batimetría presenta una configuración variable, las laderas están mucho más tendidas. En el perfil D - D' de la figura 10, es posible comparar las características de ambas márgenes.

Es notable que en algunas localidades se elevan mesas y terrazas que dan la idea de estructuras semisepultadas. Hay una densidad de cañones menor y sus direcciones y longitudes son variables.

XII. Talud de la margen continental activa del Pacífico.

Esta provincia es la ladera interna de la trinchera, con la cual está estrechamente ligada (ver perfil de la figura 11). En la clasificación de taludes de Leontiev et al (1956) este tipo pertenece al "talud tectónico adrecional", dado que la corteza oceánica y los sedimentos están siendo adneridos a las laderas del talud mediante el mecanismo de subducción. Ello se muestra en uno de los partiles sísmicos que presentan Bourgois et al (1967), el cual se muestra en la figura 30.

En términos generales, en el mapa morfogenético, el talud muestra pendientes entre 3 y 6 grados, está diseado por cañones, tiene escarpes a varios niveles y en algunos lugares presenta terrazas y pequeñas cuencas alargadas. Se ha dividido en dos subprovincias.

La subprovincia del talud de Tres Marias (XIIa) presenta pendientes variables, con un escarpe al norte, llamado de Tres Marias por Bourgois et al (op. cit.). Otro rasgo importante es una cuenca en la ladera de la trinchera. Según Bourgois et al (op. cit.) se trata de una cuenca antearco, en francés "bassin avant-arc". Ullier (1961) las reconoce con el nombre de "fore-arc basin", la cual se define como una cuenca formada en la ladera continental de la trinchera que está formada por fallas producidas por la compresión de la subducción (ver figura 31).

La subprovincia talud de la margen continental del Sur (XIIb) se inicia frente a punta Mica Mayaric. Aquí el talud es mucho más uniforme en su pendiente y su morfología, es decir, presenta escarpes al mismo nivel y está diseado por cañones. Estos son de dimensiones mayores y se presentan en mayor número frente a Manzanillo y al norte del Salis. Las terrazas y los escarpes pueden ser fallas inversas, como plantean Bourgois et al (op. cit.) en la interpretación de los

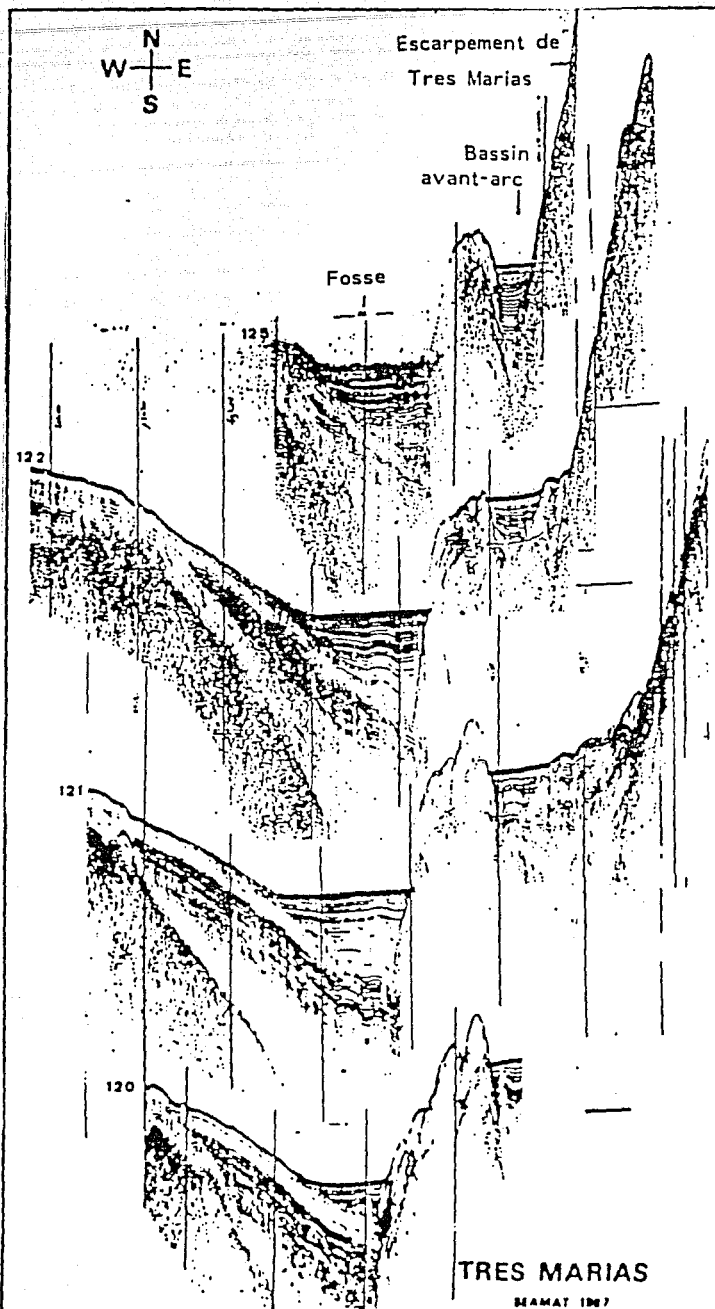


Figura 31. Perfiles sísmicos transversales a la trinchera en la Fosa de Tres Marias (Bourgeois et. al., 1987)

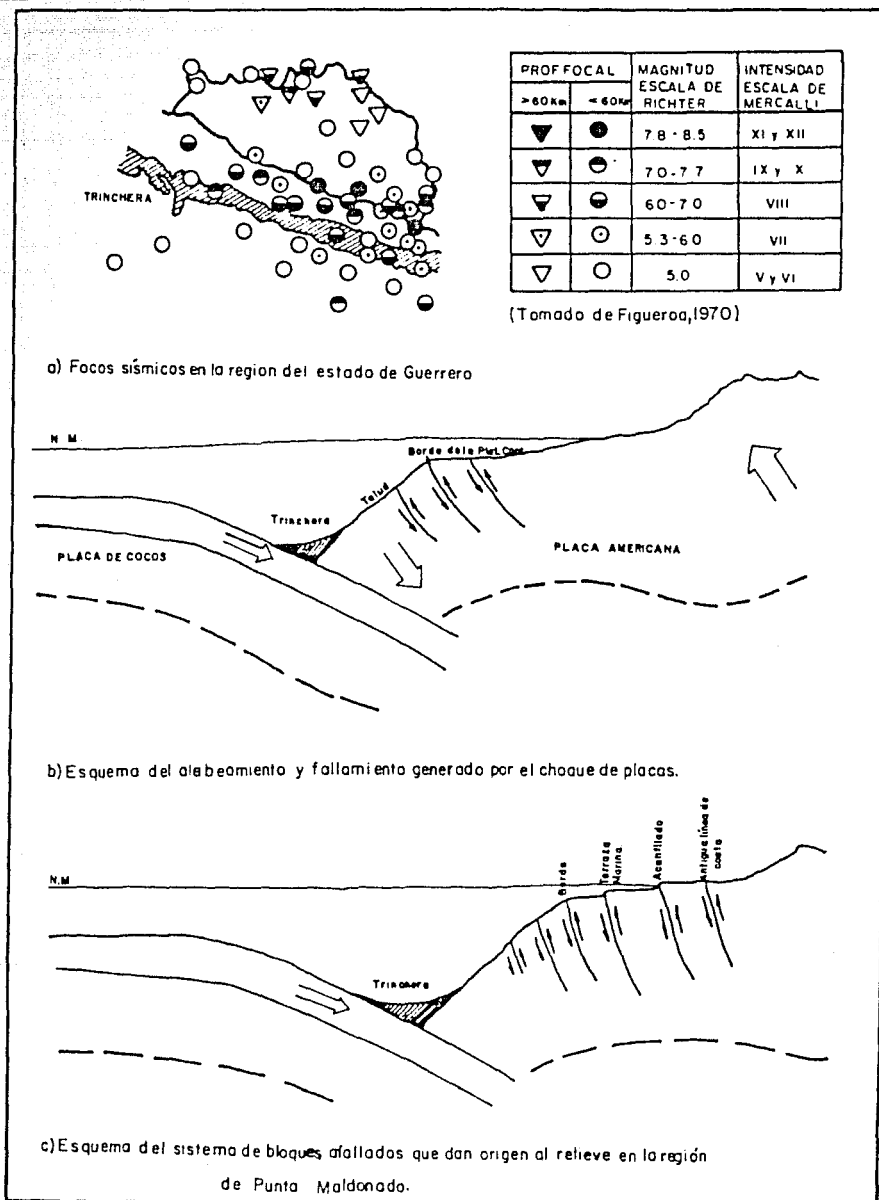


Figura 32. Esquema tectónico del talud y la plataforma frente a la costa de Guerrero (Figueroa, 1970, en: Carranza E. et. al., 1986 a).

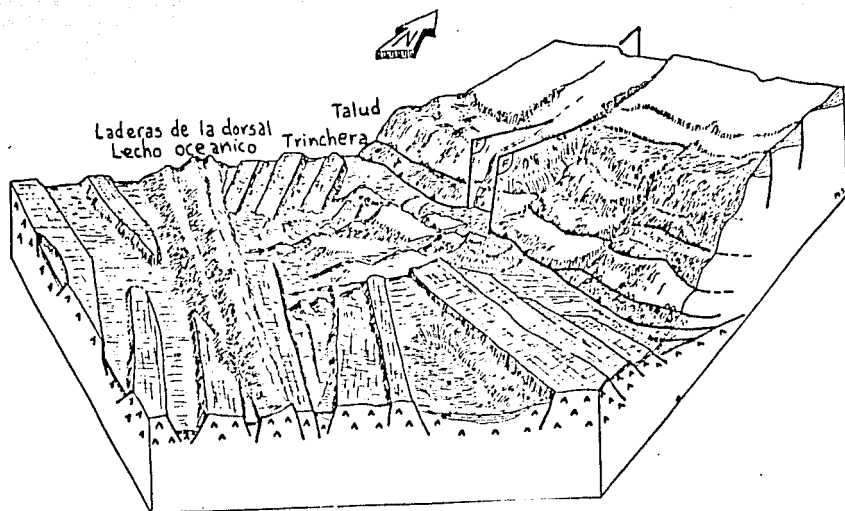


Figura 33. Bloque diagramatico de la zona de la Fosa de Manzanillo (Bourgois et. al., 1987).

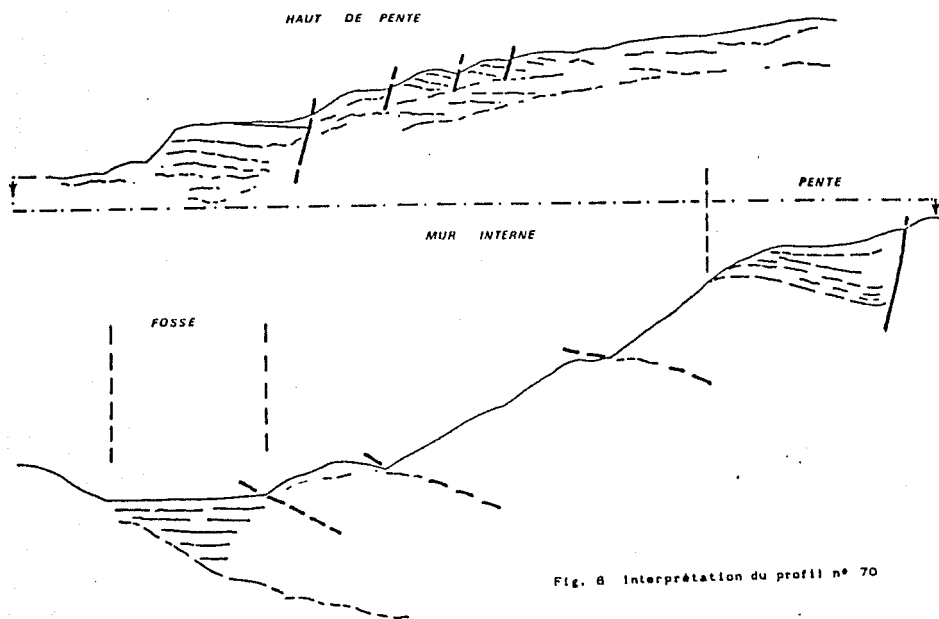
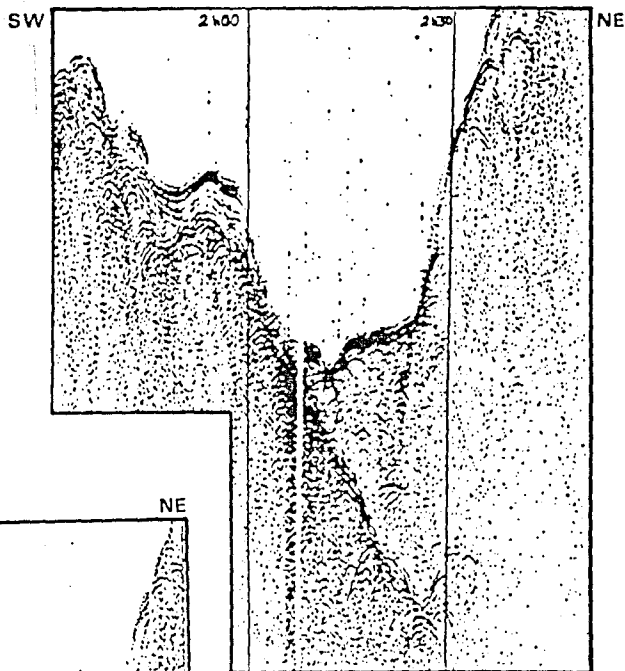


Fig. 8 Interprétation du profil n° 70

Figura 34. Interpretación de perfiles sísmicos de la trinchera y talud frente a las costas de Colima. (Bourgois et. al., 1987).

PROFIL 73



PROFIL 74



Figura 35 Perfiles sísmicos frente a Colima. Se muestra la trinchera y las costras de acreción sobre el muro interno, correspondiente al talud (Bourgeois et. al., 1987).

perfiles sísmicos que se presentan en la figura 34.

Una estructura importante, la Fosa de Manzanillo (figura 33) se ha dividido en dos regiones, aunque morfológicamente presente las mismas características. Sin embargo, como se verá más adelante, el régimen de subducción bajo el talud de ambas regiones es distinto. En su relieve se reconocen escarpes y dos grandes cañones cuyas cabeceras se localizan frente a Manzanillo. Para Bourgois *et al* (1961, cit.) se trata de una gran estructura que conecta la fractura Rivera con la trinchera y con la Fosa de Colima en tierra firme. Esto también lo ha sostenido Nixon (1962) desde mucho antes.

Además de las dos regiones anteriores, el talud continental de la margen activa de colisión cuenta con una región más: el talud de Bahía de Banderas, esta gran estructura, de origen todavía desconocido, es una gran depresión alargada de este a oeste y con una profundidad de 1400 metros. Presenta escarpes y laderas abruptas desde la plataforma continental, al grado de que en la margen sur de la depresión prácticamente aquella no existe.

BORDERLAND

Esta provincia corresponde a una margen continental que sustituye al talud y se caracteriza por su relieve montañoso (Lugo Huop, 1965). El término "borderland", en inglés, como zona que rodea el continente, es de uso universal, aplicado a la margen suroccidental californiana, el cual se tratara a continuación.

xiii. borderland Californiano.

En la zona objeto de estudio solamente entra una mínima parte del borderland que se inicia frente a las costas de California en Estados Unidos y termina frente a Cabo San Lucas. Se trata de una estructura compleja, con escarpes, montañas, cañones en varias direcciones, y depresiones. Sus límites con la Plataforma están poco definidos, lo mismo con el pie del continente (ver perfil A-A' de la figura 7).

PIE DEL CONTINENTE

Esta provincia corresponde a "una planicie acumulativa, plana o de lomeríos" (Lugo Huop, 1965) que se extiende desde el pie del talud continental o del borderland y llega hasta el lecho oceánico.

El nombre original del pie del continente es "continental rise", es decir donde se eleva el continente, dado que se desarrolla por acumulación de los materiales terrígenos acarreados por los cañones.

XIV. Pie del Continente Californiano.

Esta provincia se caracteriza por una superficie de poca pendiente que se extiende desde el pie del Borderland Californiano y del talud de la Península de Baja California y llega hasta el Rift Californiano o a las Laderas de la dorsal del Pacífico Oriental. Presenta rasgos como elevaciones y valles.

XV. Pie del Continente del oriente del Rift Californiano.

Esta provincia corresponde al pie del continente que descansa en la base del talud continental de la margen oriental del rift de California. Se caracteriza, como ya se mencionó porque las curvas batimétricas están muy separadas y muestran cierta convexidad del talud hacia el lecho oceánico. Su extensión se corroboró con los datos que presentan Moore y Burtington (1968), los cuales muestran que los sedimentos terrígenos en esta parte son mucho más abundantes que los pelágicos.

Cabe aclarar que las dos provincias anteriores corresponden a un pie del continente de poco desarrollo, dado que si se les compara con otros, por ejemplo con los del Golfo de México, se podrá notar que tienen poca extensión.

TRINCHERA

Se trata de una morfoestructura de orden importante que pertenece a una morfoestructura de orden mayor conocida como "zona transicional", en la que las cortezas continental y oceánica se conjugan en el relieve submarino. A esta morfoestructura pertenecen otras dos que son la cuenca de mar marginal, los arcos insulares. En México, por las particularidades de la subducción, únicamente hay trincheras, la Mesoamericana.

Según la Trincheras Mesoamericana, Nixon et al (1962) basados en estudios anteriores, mencionan que su actividad se inició en el Mioceno, tal y como los interpreta por los espesores de los sedimentos. A la subducción se le considera una de las causas del vulcanismo del CVM y la sismicidad del sur de la República Mexicana.

Lugo Huop (1965) menciona que uno de los primeros en describir la trincheras Mesoamericana, fue Fisher (1931), quien afirma que se trata de una zona paralela al continente, desde el sur de las islas Marianas hasta Panamá. Leonard (1961, citado por Lugo Huop, op. cit.) añade que es una de las menos profundas del planeta, pese a su máxima de 2407 m frente a las costas de Guatemala, ocupando el lugar número

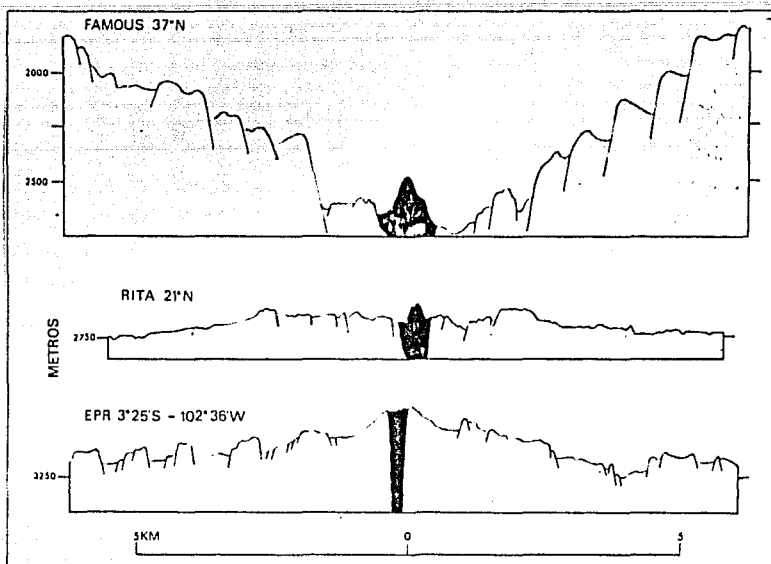


Figura 36. "Cortes comparados de la dorsal oceánica. Marcado contraste entre una dorsal lenta, Famous, con un valle axial nitido y las dorsales de expansión media o rápida que carecen de él". (Francheteau et. al., 1984).

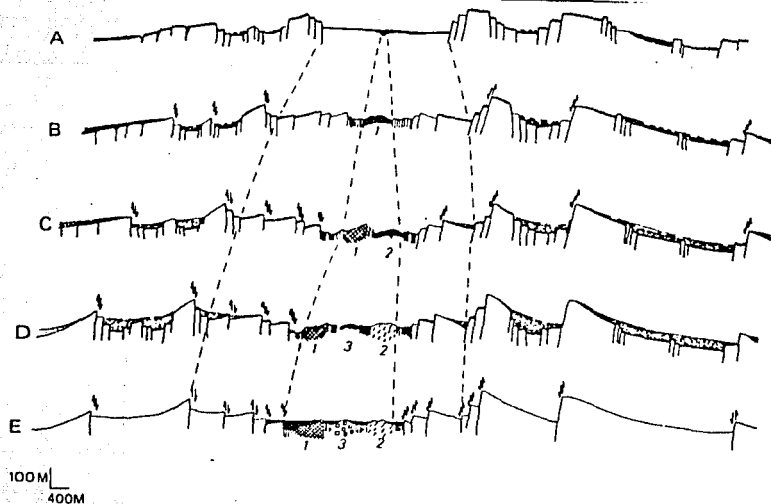


Figura 37. "Cortes estructurales de la dorsal. Indican una evolución (de arriba a abajo): inundación de la zona axial por las lavas fluidas, construcción de volcanes fisurados que pasan de las posiciones 1 a 3 durante ciclos sucesivos de derrames, inundación parcial de las arrugas de lavas en cojín por nuevas oleadas de lavas fluidas, enterramientos lentos de las regiones externas bajo los sedimentos". (Francheteau et. al., 1984).



Figura 38. Fragmento de una carta batimétrica de la zona de fractura de Rivera. (Bourgois et. al., 1987).

33.

A la zona en estudio le corresponde únicamente la parte occidental de la trinchera, la cual presenta diferencias que permiten dividirla en tres provincias.

XVI. Fosa de Iros Marias.

Esta provincia comprende el extremo noreste de la Trinchera Mesoamericana. Se ha tomado como una unidad aparte del resto de dicha morfoestructura, ya que está separada por un umbral del resto de la trinchera.

Se puede observar en el mapa una depresión amplia de 4392 metros de profundidad, con una fuerte pendiente en la margen interna y menor pendiente en la externa. Al parecer, presenta una dinámica tectónica más débil que el resto de la trinchera.

Al parecer, por los datos de sismicidad de Nixon et al (1982), se corrobora la dinámica de esta fosa, ya que a diferencia del resto de las fosas, presenta muy pocos focos sísmicos. Por otro lado, si en los resultados de Bourgois et al (op. cit.) se compara la Fosa de Iros Marias con las otras, en los perfiles de las figuras 32 y 34, se notara que son más angostas, tal y como se tiene en el mapa. Por otra parte, los sedimentos de las otras fosas están acrecionados.

Por las características antes mencionadas, se puede mencionar la hipótesis de que se trata de una porción menos activa de la Trinchera Mesoamericana.

XVII. Trinchera de Jalisco

En esta parte, la trinchera presenta fosas más angostas. Al oeste limita con la fosa de Iros Marias y al sureste con la fosa de Manzanillo.

La Fosa de Manzanillo estudiada por Bourgois et al (1987) y tratada aquí en el Talud de la Margen Sur, provoca que la trinchera sufra una pequeña desviación y presente un umbral en el cual hay algunos rasgos como escarpes y volcanes. Este umbral marca el límite de dos piezas: Rivera, frente a Jalisco, y Cocos frente a Michoacán y Guerrero. Otro parámetro que se utilizó para definir esta provincia fue la sismicidad y la movilidad de la subducción. Para Nixon (1982), las diferencias del proceso de subducción a ambos lados de la fosa de Manzanillo son las siguientes:

- a) Al oeste, los terremotos no están asociados a la zona de subducción y son poco frecuentes. La Placa Rivera controla el vulcanismo del Cinturón Volcánico Occidental.

D) Al este, la zona Benioff, presenta un ángulo de subducción que va desde los 30 grados y disminuye hacia el este hasta los 20 grados. Los terremotos son más frecuentes. La subducción de la Placa Rivera controla el vulcanismo del resto del Cinturón Volcánico Transmexicano.

XVIII. Trinchera de Acapulco

Es la porción de la trinchera que se extiende al oriente de la rosa de Manzanillo. Sus características son similares a las de Jalisco y las pequeñas diferencias entre ellas ya han sido tratadas en el apartado anterior.

ZONA RIFT

Esta morfoestructura, aunque pertenece al lecho oceánico, se ha separado, dada su importancia, su dinámica y el detalle que se quiere hacer de ella. Se conoce también como "valle rift" y se trata de la zona donde se rompe y se separa lateralmente la corteza terrestre, lo que se acompaña con acumulaciones de lava. A este proceso se le conoce con el nombre de "spreading", pero en español es correcto llamarle "expansion". A parte de la emisión de lavas, hay terremotos de todo somero de 0 a 33 km (Nixon pp. 211.) La corteza de la margen no es únicamente oceánica, puede ser continental. En la zona objeto de estudio, se presentan ambos casos, por lo que obliga a separarla en tres provincias.

XIX. Rift de California.

Es la zona de expansión del fondo oceánico que ha dado lugar al Golfo de California, dicho proceso se inició en el Mioceno, cuando se abrió el Golfo de California, y sus rasgos han quedado marcados, tanto en la interrupción de los sistemas montañosos de la margen oeste del Golfo de California y el borde occidental de la Sierra Madre Occidental y de los taludes continentales de ambas márgenes del golfo; otra de las manifestaciones en tierra firme son las mesas de basalto en la Planicie Costera del Pacífico, Uvira y Suro, que se asocian con el evento; una tercera prueba son las fallas transcurrentes como las descritas paralelas a los cañones de los ríos Ameca y Santiago, así como la Rivera en el fondo oceánico.

En el mapa tectónico se interpreta una rosa angosta con dirección N-40°E, la Fosa Pescadero cuya profundidad alcanza los 3000 m (ver perfil D-10' de la figura 10 y). Más al sur, en la boca del Golfo de California, se encuentra el Rift de Tamaulipas, que tiene la misma dirección que el anterior, y ya que es un pequeño segmento, se considera también como una falla transcurrente ligada al Rift de California.

XX. Rift de la Dorsal del Pacifico Oriental Rivera-Iamayo.

Como lo demuestra Francheteau et al (1984), el eje de la dorsal está dividido en segmentos. Uno de estos corresponde al Rift de California-Iamayo. Sin embargo, hay otros dos segmentos importantes en el área: Rivera-Iamayo y al sur, Rivera.

A partir de la conjunción del Rift de California con la Fractura Iamayo, el Rift de la Dorsal cambia de dirección a NE-SW. La morfología es de depresiones alargadas y crestas paralelas. Esta zona ha sido estudiada por Francheteau et al (1984) en el proyecto KIIA. El perfil transversal de la dorsal se muestra en la figura 37.

Esta estructura finaliza en el extremo occidental de la Fractura Rivera, completando el trayecto de la Dorsal conocido como KIIA (Rivera-Iamayo).

En esta parte, Francheteau et al (1984) definen al valle rift como "el eje de la dorsal que señala el rastro de una fisura profunda en la separación entre dos placas y un valle axial; cuando esta existe, aparece en la superficie. Sin embargo, en el mapa, apenas es notorio el valle axial, a través de un símbolo del eje de depresiones, al igual que las crestas que deja a un lado. Por ello, para Francheteau et al (op. cit.), se trata de una dorsal rápida (figura 36), por lo que resulta muy poco notorio el valle axial.

Comparese lo anterior con el esquema que Francheteau et al (op. cit.) muestran del proyecto FAMOUS en la Dorsal del Atlántico, la cual es tipo lento (figura 36).

A esta zona la caracteriza un flujo térmico de 1.9 a 2.4 kcal/cm².seg. (Popova y Savostin, 1975, en Lugo Huop, 1985). Ello refleja la actividad hidrotermal, lo que se corrobora con el hecho de que se han formado sulfuros polimetálicos (Carranza-Edwards et al, 1980 b). Ello hace ver la importancia de estudiar estas zonas en función de los recursos minerales.

XXI. Rift de la Dorsal del Pacifico Oriental al Sur de la Fractura de Rivera.

En esta provincia, a diferencia del anterior, el valle rift está muy claro. Presenta una depresión angosta en sus eje y, paralelamente a él, terrazas y escarpes. Sin embargo, si se compara con el Rift de la Dorsal del Atlántico, sigue resultando una dorsal de expansión rápida.

Es también una de las zonas donde ocurre la expansión. El mecanismo de esta se nota en la figura 37, la que muestra

la evolución de las laderas del rift.

LECHO OCEÁNICO

A esta parte corresponden todas aquellas superficies de la corteza oceánica. En sentido amplio incluye tanto la zona de rift como la dorsal. Sin embargo, aunque están muy asociadas genéticamente, aquí se separaron por la gran importancia dinámica que encierra el rift.

XXII. Crestas y depresiones de la fractura Rivera

Esta provincia corresponde al relieve asociado a la actividad de la fractura Rivera-Iamayo, que aunque en términos generales se trata de crestas y escarpes. Presenta diferencias, por lo que se ha dividido en tres subprovincias. Se extiende desde el extremo sur de la zona rift, correspondiente al segmento Rivera-Iamayo, hasta la trinchera Mesoamericana.

Muy cerca del valle rift de la Dorsal del Pacífico Oriental, la morfología es de crestas alargadas y escarpes, hay una depresión escalonada. Todas las crestas tienen una dirección NW-SE. Se reconoce un escarpe al norte del cual hay montañas y al sur crestas, y cambia a una dirección WNW-ESE. Posteriormente, el extremo de la Fractura de Rivera que tiene contacto con la trinchera se define por un linamiento de volcanes y de pequeños escarpes que coinciden con la Fosa de Manzanillo.

Se definen las tres subprovincias que componen a esta estructura, que como se puede apreciar en los rasgos del relieve, presenta ciertas modalidades y se corrobora la existencia de su relación con la trinchera, con la Fosa de Manzanillo y con la Fosa de Colima.

La extensión de las tres subprovincias que comprenden a esta provincia se observan en el mapa 4.

XXIII. Laderas de Rivera-Iamayo

La superficie que queda comprendida en un triángulo formado por la Fractura de Rivera en la base, la trinchera Mesoamericana y la Fractura Iamayo en el otro y la dorsal en el otro, es una zona de elevaciones bajas y depresiones que están escalonadas y forman mesetas.

Esta zona corresponde a la Placa de Rivera y su origen se debe a antiguas superficies de la dorsal que han quedado alejadas del rift por la expansión.

XXIV. Laderas de Orozco

Se trata de una superficie compuesta por elevaciones

alargadas y montañas que corresponden a las antiguas laderas de la dorsai, situados en la placa de Cocos.

Surge una división en dos subprovincias. Una de ellas (XXIVb) abarca aquellas zonas cercanas al valle rift, elevaciones alargadas con mesas y con una orientación general NNW-SSE. En detalle se presentan como en la figura 33, en la que incluso se ven paralelas.

Hacia el oeste, se ha definido otra subprovincia. Ahí se pueden interpretar otras elevaciones y depresiones sin una orientación definida, estas están más cercanas a la trinchera, y aunque están en la placa de Cocos, se supone que su origen puede ser similar al anterior y su edad es lógicamente mayor.

XXV. Laderas al oeste de la dorsai

Se trata de superficies con laderas similares por su origen a las anteriores, pero son de apariencia distinta. Aquí, las laderas en forma de depresiones alargadas y con escarpes y mesas, como en la provincia anterior, sólo se observan muy cerca del valle rift. El resto del relieve lo constituyen montañas aisladas, depresiones y elevaciones con varias direcciones.

Sin embargo, al norte de la Isla de San Benedicto, se observa que las elevaciones montañosas guardan una dirección E-W, por lo que se supone que hay influencia de la Fractura Clarion. Hacia el oeste, el relieve se suaviza empezando a formar las planicies abisales.

XXVI. Volcanes Socorro-San Benedicto

Esta provincia constituye un macizo montañoso cuyas dos elevaciones más altas sobresalen de la superficie del mar, formando dos islas, la San Benedicto, al norte, y Socorro al sur, ambas pertenecen al archipiélago de las Revillagigedo. La isla Socorro tiene una altura sobre su base de 4100 metros, San Benedicto tiene 3200 metros.

Su origen es eminentemente volcánico, y una de sus últimas manifestaciones fue la erupción del Volcan Barcena en la Isla de San Benedicto en 1952. Posiblemente esta relacionada con la actividad de la dorsai, asociada a la fractura Clarion.

XXVII. Montañas Aleutáticas.

Se trata de una serie de cordilleras que se encuentran al suroeste de los volcanes Socorro y San Benedicto. Es una serie de cordilleras separadas por depresiones extendidas en

una dirección NNE-SSW entre los paralelos 18' N y 15' 15' N Menard y Fisher las definieron originalmente en 1958 (Lugo Hubp, 1985).

La interpretación que algunos autores han hecho al respecto de dicha cordillera es que se trata de la antigua dorsal del Pacífico Oriental.

La hipótesis de la antigua dorsal ha sido fundamentada por Anderson y Davis (1973) de la siguiente forma: Relacionan anomalías magnéticas y batimetría para establecer que hace 4 millones de años la dorsal dio un "brinco" (jump) a su lugar actual. No plantean causas, pero aseguran que la morfología de la Cordillera de los Matemáticos es muy similar a la de una dorsal.

Además de basarse en la morfología, Anderson y Davis (op cit) comparan dicho evento con otros similares ocurridos en la Dorsal del Pacífico Oriental, pero a otras latitudes.

Sin embargo, tal "brinco" dio origen a cambios en la tectónica de la margen del Pacífico Mexicano, los cuales son, como se mencionó en el capítulo de Geología Regional, la apertura del Golfo de California y la formación del régimen tectónico conocido como Basin and Range. Es un ejemplo de que los eventos del pasado dejan su huella en el relieve.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Llevar a cabo una cartografía geomorfológica general en escala pequeña de un territorio como la República Mexicana, requiere de mucha paciencia y mucho trabajo. A pesar de ello, como se explicara a continuación el trabajo no es tan complicado, ni requiere de técnicas muy complicadas ni de gran cantidad de recursos.

En resumen, de la cartografía geomorfológica realizada se obtuvieron los resultados siguientes:

1. Síntesis de un marco teórico producto de la investigación preliminar al levantamiento.
2. Confección de un mapa morfogenético.
3. Análisis regional del relieve del área cartografiada a través de la información del mapa morfogenético. Esto llevo a establecer algunas relaciones en lo que respecta a la evolución geomorfológica.
4. Síntesis del mapa morfogenético que dio por resultado una regionalización geomorfológica.
5. Exposición de algunos problemas como parte de la experiencia surgida durante el trabajo, así como algunas recomendaciones.

Con lo anterior se puede demostrar que se cumplieron los objetivos planteados desde el principio. Inclusive, si se toma en cuenta el aspecto de los problemas y recomendaciones surgidas de la experiencia, se llegó mas allá de lo planteado.

En forma general, en los objetivos se plantearon dos aspectos, uno concerniente a la cartografía, la leyenda y el método planteado, y el otro al análisis geomorfológico. Por lo tanto, las conclusiones que se pueden sacar de este trabajo pueden considerarse dentro de dos rubros: el método y la geomorfología.

a) Sobre la metodología.

Desde la recopilación de la información sobre los métodos y el área objeto de estudio, hasta la confección de los mapas finales, es un procedimiento laborioso, pero no es costoso, y se puede resumir en lo siguiente:

- Se trata de un método original, pero que toma algunas experiencias de varios autores.
- El método es efectivo, ya que algunas de las unidades cartografiadas coincidieron muy bien con

lo que se vió en campo y en mapas más detallados.

- Con muy poca información de detalle, pero mucha información adicional a nivel regional se configuró un mapa morfogenético de una zona muy amplia.

- La leyenda se elaboró con base en las condiciones particulares del relieve del territorio estudiado. Sin embargo, los principios de la leyenda son los propuestos por otros autores.

- Se utilizó en forma óptima a las variables visuales para representar muchos aspectos de un mismo rubro. El tono de color caracterizó el tipo genético de relieve.

En lo que respecta al método utilizado para determinar las unidades regionales, se puede considerar lo siguiente:

- La subordinación jerárquica en la regionalización con base en órdenes morfoestructurales permitió asociar los orígenes de estructuras mayores y menores.

- Se establecieron las zonas de transición para evitar generalización sobre orígenes.

- La regionalización del relieve del área en estudio se llevó a cabo a partir de la síntesis de la morfogenénesis. Además, se hizo en función de los procesos endógenos y exógenos que han actuado en el área, así como de la morfología. Con ello se trató de superar el enfoque fisiográfico de las divisiones anteriores, las cuales muestran solo un aspecto estático y descriptivo del relieve.

b) Sobre la geomorfología.

Los mapas morfogenético y de regionalización geomorfológica del occidente de la República Mexicana permitieron señalar los rasgos más sobresalientes del relieve de la zona estudiada con una visión general. Esto se logró debido a la escala pequeña de los mapas geomorfológicos y a que el relieve de tierra firme y del fondo oceánico se representaron en un solo mapa, lo que permite la apreciación del relieve de una gran superficie y se establezcan relaciones y conclusiones a nivel regional.

Las conclusiones resultan al corroborar la distribución y génesis de los rasgos geomorfológicos, con la evolución regional del relieve de la zona en estudio. Esto se basa en la actividad tectónica, especialmente neotectónica, y el

vulcanismo y en los procesos exógenos.

En lo relacionado con la evolución tectónica y el vulcanismo, es posible considerar lo siguiente:

- Las estructuras tectónicas están bien representadas en el mapa morfogenético. El sistema de Cuencas y Sierras no es exclusivo de la Sierra Madre Occidental, tiene su límite con el sistema mesogeano en el Altiplano Central. A la primera le caracterizan sierras y mesas de rocas volcánicas alineadas de norte a sur; en cambio al mesógeno, pequeñas sierras y relieve residual, que tiene una dirección NW-SE.

- El relieve volcánico cuaternario está muy bien definido y confinado al CVTM. Los rasgos geomorfológicos, sintetizados en diversas subprovincias y regiones, demuestran que hay ciertas particularidades evolutivas en la misma provincia. Por otra parte, hay grandes volcanes poligenéticos y calderas que marcan zonas que otros autores consideran de debilidad cortical o de cámaras magmáticas someras.

- El relieve tectónico joven del CVTM, definido por escarpes de falla recientes, se concentra en la región de las fosas de Colima, Zacoalco y de Chapala-Arandas. Dichos rasgos quedan ocultos en la región del campo volcánico Mesa Anasco, por las grandes acumulaciones volcánicas recientes.

- También, en el mapa morfogenético, aparecen escarpes en las zonas afectadas por el sistema Basin and Range, pues como ya lo han mencionado algunos autores, incluso ha seguido activo hasta el Cuaternario.

- Las zonas de transición, elemento tratado en la regionalización del relieve, demuestra que los regímenes tectónicos no se limitan a una provincia y que no desaparecen bruscamente.

- El carácter poligenético del Altiplano Central, motivo para investigaciones a detalle, queda muy bien expresado en el mapa morfogenético y se resume en el mapa de regionalización.

- La distribución de las planicies (figura 22) muestra que las altiplanicies están separadas de las planicies bajas en un rango de aproximadamente 600 metros. Picha característica, aunada al origen de las altiplanicies por

acumulación, hacen notar que se trata de cuencas rellenas de sedimentos. Las altiplanicies se encuentran enclavadas entre zonas montañosas lo que hace pensar que el relleno sedimentario refleja la intensidad y la edad de los movimientos tectónicos. Por un lado, tales altiplanicies se encuentran en el CVIN, donde abundan las fluviales y las lacustres en cuencas bien definidas. En el Altiplano, en cambio, son más comunes las de piedemonte, que semiseñalan estructuras antiguas, por lo que hay mayor estabilidad.

- Es posible apreciar la complejidad morfoestructural de la Sierra Madre del Sur, al aplicar características como la edad de las estructuras, la disección del relieve y otros factores.

- Los límites entre las regiones, salvo en los que hay zonas de transición, están marcados por cambios bruscos de los tipos de relieve, por escarpes o estructuras muy claras, o por cañones, que corresponden a estructuras tectónicas profundas.

- Los procesos de subducción y expansión del fondo oceánico quedan claramente representados por la trinchera y el rift, respectivamente.

- Rasgos como los escarpes, los ejes de depresiones y crestas identifican el mecanismo de los procesos tectónicos en el océano.

- Es posible establecer relaciones con el fondo oceánico. Donde empieza la trinchera, se inicia el vulcanismo del CVIN. La fractura Rivera coincide con la Fosa de Colima.

- Es posible interpretar o apoyar las ideas de la evolución tectónica, ya que al menos los eventos del Neógeno y del Cuaternario quedan plasmados en el relieve.

Por lo general, en los mapas geomorfológicos en escala pequeña se pierde el detalle de los aspectos exógenos, sin embargo en los mapas morfoestructurales de este trabajo es posible obtener algunas conclusiones al respecto:

- Las formas de denudación quedan muy bien representadas por zonas, por un lado por los lomeríos de origen residual aislados o no, y por otro el de las mesas aisladas. Los piedemontes erosivos son característicos de zonas áridas como ocurre en la península de Baja California.

- La acumulación, como ya se vio en el caso de las planicies, muestra muchos aspectos interesantes. Depende del tipo de clima, de la influencia de los sistemas montañosos y hasta de la tectónica. Por ejemplo, planicies eólicas solo hay en Baja California; las planicies fluviales y deltáicas son mucho más comunes en la margen oriental, ya que esta está alimentada por ríos de cuencas mayores y propias de zonas más húmedas. Esto se comprueba con la amplia extensión de la plataforma continental frente a Nayarit y Sinaloa, mientras que en la margen occidental, en la península, no hay planicies y la plataforma continental es rocosa.

- Mediante el símbolo complementario que representa las líneas de costa abandonadas es posible tener una idea de la regresión marina, sin embargo, no es posible aseverar si se trata de movimientos tectónicos de levantamiento o regresión por cambios climáticos. Por otro lado están las terrazas y las planicies de sedimentos marinos de plataforma inestable que generalmente se deben a levantamientos tectónicos.

En suma, el mapa permitió obtener interpretaciones de la morfología y la génesis del relieve del área en estudio.

Dada la escala del mapa, este no puede servir como herramienta para resolver problemas de detalle, por lo que criticar estas escalas con tal fundamento es un absurdo. Es conveniente considerar que este tipo de mapas muestran una visión general del relieve de un territorio y permiten establecer interpretaciones como las hechas anteriormente, así como relaciones a nivel regional con otros aspectos tales como la distribución de la población, de las actividades económicas, de los climas y comunidades vegetales, entre otros.

Por último, el análisis regional del relieve permitió definir algunos detalles sobre algunos problemas locales de geomorfología que pueden ser tratados en un futuro. Esto apoya la finalidad de este tipo de trabajos: motivar investigaciones sobre neotectónica, estudios del cuaternario, estudios de paisajes geomorfológicos, entre los más importantes.

A medida que avance el proyecto de las cartas geomorfológicas del atlas nacional, y se elaboren mapas a esta escala en el resto del país, se cubrirá todo el territorio y resaltarán más problemas y motivos de investigación a detalle. Con ello se dará un paso en el conocimiento de la diversidad regional del relieve del territorio mexicano.

APENDICE

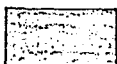
Color empleado para representar los tipos y formas de relieve de las cartas morfogenéticas del occidente de la República Mexicana, versión en color.

(Escala 1:2 000 000 y 1:4 000 000)

TIPOS Y FORMAS DEL RELIEVE DE TIERRA FIRME

1. Montañas y elevaciones

1.1 Montañas. El color varía en relación con las clases de relieve de la manera siguiente:



mayores
($h > 600$ m)



menores
(600 m $> h > 200$ m)

1.1.1 Plegadas. (café oscuro).

1.1.1 de rocas intrusivas y metamórficas con estructura bloque. (ocre tostado).

1.1.3 Modeladas en rocas volcánicas precuaternarias (rojo escarlata).

1.1.4. Modeladas en rocas volcánicas preterciarias (terracotta).

1.1.4 Montañas de rocas intrusivas sin estructura de bloque (siena).

Tipos complejos de montañas.

Presentan la combinación de cualquiera de los tipos anteriores, por lo tanto, se emplean los correspondientes con barras inclinadas a la derecha para las mayores y barras inclinadas y separadas para las menores.

1.2 Mesas. Presentan la misma situación del color para las mayores y menores, como en el caso de las montañas.

1.2.1 Mesas volcánicas tipo Sierra Madre Occidental (magenta).

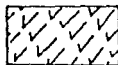
1.2.2 Mesas de basalto (púrpura).

1.2.3 Mesas no volcánicas. (bermellón).

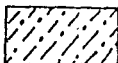
1.3 Lomeríos. Se representan con un símbolo y con el color que caracteriza su génesis.

Relieve endógeno

1.3.1 Lomerios de bloques de falla, basculados. Color rojo escarlata con el símbolo que a continuación se presenta:



1.3.2 Lomerios de bloques de falla con conos volcánicos. Rojo escarlata con el símbolo que a continuación se presenta:



Relieve endógeno-modelado

1.3.3 Lomerio de rocas sedimentarias plegadas (líneas inclinadas discontinuas de color café oscuro).

1.3.4 Lomerios de rocas intrusivas (cruces de color ocre tostado).

1.3.5 Lomerios de rocas volcánicas precuaternarias (líneas discontinuas inclinadas hacia la derecha de color rojo escarlata).

1.4 Subtipos especiales de elevaciones.

1.4.1 Campos de volcánes monogenéticos (bugambilia).

1.4.2 Campos de maares (rosa).

2. Planicies

2.1 Altiplanicies.

2.1.1 Altiplanicies lacustres (azul aguamarina).

2.1.2 Altiplanicies aluviales (verde pasto o cualquier verde claro).

2.1.3 Altiplanicies aluviolacustres (barras horizontales con los colores de los dos tipos anteriores alternadas).

2.1.4 Altiplanicies de piedemonte (amarillo limón).

2.1.5 Altiplanicies de piedemonte y aluviales (barras horizontales amarillo limón y verde pasto alternadas).

2.2 Planicies bajas.

2.2.1 Planicies de acumulación marina (barras

horizontales de azul aguamarina).

2.2.2 Planicies lagunares (azul aguamarina).

2.2.3 Planicies de acumulación fluvial (verde manzana).

2.2.4 Planicies de acumulación fluvial deltáica (aguamarina verdoso).

2.2.5 Planicies de acumulación fluviomarina (barras horizontales alternadas de azul aguamarina y verde manzana).

2.2.6 Planicies de acumulación eólica (gris oscuro).

2.2.7 Planicies de piedemonte (amarillo limón).

2.2.8 Planicie de cubierta de sedimentos marinos de plataforma inestable (gris perla).

3. Márgenes montañosas y zonas transicionales.

3.1 Márgenes de fuerte pendiente.

3.1.1 Laderas modeladas en rocas volcánicas (amarillo ocre).

3.1.2 Laderas modeladas en rocas no volcánicas (dorado).

3.2 Márgenes de pendiente débil. Piedemontes.

3.2.1 Piedemonte acumulativo (amarillo naranja)

3.2.2 Piedemonte acumulativo con influencia volcánica (barras inclinadas hacia la izquierda alternadas de color amarillo naranja y carne).

3.2.3 Piedemonte volcánico (color carne).

3.2.4 Piedemonte erosivo (naranja).

3.2.5 Piedemonte erosivo-acumulativo (barras de color naranja y amarillo naranja inclinadas a la izquierda).

3.3 Depresiones intermontanas. Se presentan con barras verticales encimadas en otros tipos de relieves, de la misma forma que en la versión en blanco y negro.

Formas del relieve

Valles erosivos o cañones (verde oscuro).

Valles en general de varios orígenes (verde olivo).

Las siguientes formas van rellenas con color rosa:

Grandes volcanes poligenéticos

Volcanes menores

Domos volcánicos

Calderas

El resto de las formas no lleva color.

TIPUS Y FORMAS DEL RELIEVE DEL FONDO OCEANICO.

Margen continental submarina.

1.1 Plataforma continental (fondo de color azul cielo con el mismo sombreado para cada subtipo que en la versión blanco y negro).

1.2 Talud continental (fondo de color azul claro con el mismo sombreado para cada subtipo que en la versión blanco y negro).

1.3 Borderland (azul puro).

1.4 Pie del continente (azul ultramarino).

Zona transicional

2.1 Trinchera (gris claro).

Lecho oceánico.

3.1 Dorsal

3.1.1 Crestas, mesas y laderas de la dorsal (violeta).

3.1.2 Zonarift (púrpura).

3.2 Plataforma insular (el mismo sombreado que la versión blanco y negro, en este caso sobre el violeta).

Formas del relieve submarino.

Eje de crestas y lineamientos montañosos (rojo)

Eje de depresiones (negro).

El resto de las formas no lleva color.

BIBLIOGRAFIA

- Aguayo, J.E., 1981. Origen y distribución de sedimentos en el Golfo de California. *Rev. del Inst. Mex. del Petroleo*. XIII (3). p. 5-19.
- Allan, J. F., 1986. "Geology of the Northern Colima and Zacoalco Grabens, southwest Mexico: Late cenozoic rifting in the Mexican Volcanic Belt". *Geological Society of America Bulletin*, v. 97, No.4. p. 473-485.
- Alvarez Jr., M., 1961. "Provincias Fisiográficas de la República Mexicana". *Bol. Soc. Geol. Mex.*, tomo XXIV, No. 2. pags. 5 - 20.
- Anderson, R.N. y Davis, E.E., 1973. "A topographic interpretation of the Mathematician Ridge, Clipperton Ridge, East Pacific Rise system". *Nature*, v. 241, p.191-193.
- Bashenina, N.V., 1976. "Acerca de la interpretación de imágenes de satélite para la cartografía geomorfológica en escalas pequeñas", en *Cartografía geomorfológica en escalas pequeñas*, Ed. MGU, Moscú (en ruso), p. 19-26.
- Bashenina, N.V. y Leontiev, U.K., 1976(a). "Acerca de la leyenda para la Carta Geomorfológica de Europa en escala 1:2 500 000", en *Cartografía geomorfológica en escalas pequeñas*, Ed. MGU, Moscú (en ruso), p. 54-91.
- Bashenina N.v. y Leontiev, U.K., 1976(b). "Clasificación de las morfoestructuras para fines de la cartografía sintética", en *Cartografía geomorfológica en escalas pequeñas*, Ed. MGU, Moscú (en ruso), p. 5-19.
- Bassols Batalla, A. 1986. *Recursos naturales de México*. 19a. ed. Editorial Nuestro Tiempo, México. 365 p.
- Beck, Jr., M.E., Burmaster, R.F., Engenretsan, D.C. y Schoonover, R., 1981. "Northward translation of Mesozoic batholiths, Western North America: Paleomagnetic evidence and tectonic significance". *Geofísica Internacional*, vol.20, No. 3, pp. 143-162. México.
- Bocco, G. H., 1983. *Estudio geomorfológico de la región comprendida en la carta Querétaro 1: 250 000*. Tesis de Maestría en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras UNAM.
- Bourgois, J. y Renard, V. (coordinadores), 1987. *Campagne SERRAL, SERR BEAN Méditerranée (repon. CNRS-INSU, IRCEMER, Francia. (Reporte en francés de la campaña del buque oceanográfico Jean Charcot entre junio y julio de 1987))*.

- Campa, M.F., Ramirez, E.J., Flores, R. y Coney, P.J., 1981. Terranos tectonoestratigraficos de la Sierra Madre del Sur, region colerendida entre los Estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos. Universidad Autónoma de Guerrero. Serie Técnico Científica.
- Campa, M.F., Ramirez J. y Blome, D.Ch., 1982. "La secuencia volcánico sedimentaria metamorizada del Triásico (Ladriano-Carnico)". Soc. Geol. Mex. Resúmenes de la VI Convención Geológica Nacional, 28.
- Campa M.F. y Coney, P.J., 1983. "Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distribution in Mexico". Canadian Journal Earth Science. 20, pags. 1040-1051.
- Carranza-Edwards, A., Marquez Garcia, A. y Morales de la Garza, E., 1986a "Estudio de sedimentos de la plataforma continental del Estado de Guerrero y su importancia dentro de los recursos minerales del mar". Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, vol.13 No. 3, pags. 241 - 262.
- Carranza-Edwards, A., Rosales Hoz, L., Villaseñor M., Lozano Santa Cruz, R. y Hornelas Orozco, Y., 1986 b. "Sulfuros metalicos submarinos al sur de la Peninsula de Baja California, México", Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, vol. 13, No. 1, pags. 287-296.
- Carranza-Edwards, A., Márquez García, A. y Morales de la Garza, E., 1987. "Distribución y características físicas externas de nódulos polimetálicos en el sector central del Pacífico Mexicano", Boletín de Mineralogía, vol. 3, No.1, México, pags. 78 - 94.
- Chistiakov, N.A., Kuznetsov, Y.E. y Sholozov, V.V., 1983. Geomorfología estructural de las márgenes continentales. Moscú, Nieora. (en ruso)
- Cebull, S.E. y D.H. Shurbet, 1987. "Mexican Volcanic Belt: An Intraplate transform?" Geofísica Interaccional. Special Volume on Mexican Volcanic Belt-Part 3-4 (Ed. S.P. Verma), vol. 26, No. 1, pags. 1 - 13. México.
- Connor, C.B., 1987. "Structure of the Michoacán-Guanajuato volcanic field", Journal of Volcanology and Geothermal Research, vol. 33, No. 1-3, pages 191 - 200, Elsevier, Amsterdam.
- Lurray, J.K., 1970. "Quaternary influence, coast and continental shelf of western U.S.A. and Mexico". Quaternaria, 12, pp. 19 - 34.
- Demangeot, J., 1960. "Licoes de Geomorfologia". Boletim Geográfico, No. 154, pags. 90 - 132. Rio de Janeiro,

Conselho Nacional de Geografia.

- Demant, A., 1978. "Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación", Revista del Instituto de Geología UNAM, vol. 2 No. 2, pags. 172 - 187.
- Demant, A., 1982. "Interpretación geodinámica del volcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano", Revista del Instituto de Geología UNAM, vol. 8, No. 2, pags. 217 - 222.
- Demant, A. y Robin, C., 1975. "Las fases del vulcanismo en México, una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico", Revista del Instituto de Geología UNAM, vol. 75, No. 1, pags. 70 - 83.
- Demek, J. y Embleton, C. (editores), 1978. Guide to Medium Scale Geomorphological Mapping. Stuttgart, International Geomorphological Survey and Mapping.
- Díaz, J.L., Portela, A., Blanco, P., Magaz, A. y Hernández Santana, J.R., 1986. Los principios básicos de la clasificación morfoestructural del relieve cubano. La Habana, Academia de Ciencias de Cuba.
- Fairbridge, R. W. (editor), 1966. The Encyclopedia of Geomorphology. New York, Reinold Books Co., 1295 p. (Encyclopedia of Earth Sciences Series, volume 111).
- Francheteau, J., Neodham, D., Juteau, F. y Rangin, C., 1984. Nacimiento de un océano. México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 91 p.
- Ganeshin, G.S., 1978. 'Estado actual y tareas del levantamiento geomorfológico en la URSS', en El levantamiento geomorfológico. Moscú, Ed. Nauka (en ruso), pags. 5 - 10.
- Gastil, R.G., Krummenacher, D. y Minch, J., 1979. "The record Cenozoic volcanism around the Gulf of California", Geological Society of America Bulletin, 90, pags. 839-857.
- González H., Ma G., Miranda P., L. y Flores L., R., 1966. "La carta de terrenos y conjuntos estratocotectónicos de la República Mexicana". Revista de Geografía, vol. 1, No. 1, México, INEGI, pags. 27 - 44.
- Guerra Peña, F., 1980. Fotogeología, México, UNAM. 337 p.
- Hammond, E. W., 1954. Geomorphic study of the Cape Region of Baja California, Berkeley and Los Angeles, University of California Press. 111 p.

- Hasenaka, T. y Carmichael, 1985. "A compilation size and geomorphological parameters of volcanoes of the Michoacan - Guanajuato Volcanic Field, Central Mexico", Geologica Internacional, Special Volume on Mexican Volcanic Belt, part 2 (Ed. S.P. Verma), vol. 24, No. 4, pp. 577-607.
- Herrera Cedillo, J.L., 1983. Estudio geológico regional de la porción occidental del Eje Volcánico Transmexicano. Tesis Tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería. UNAM, Mexico.
- Jain, V.E., 1984. Geotectónica general. 2 ed. Moscú, Editorial MIR. 2 tomos.
- Kayan, I. y Klemas, V., 1978. "Application of LANDSAT Imagery to Studies of Structural Geology and Geomorphology of Mantese Region of Southwestern Turkey", Remote Sensing and Environment, 7(1), 51 - 60, New York, Elsevier.
- Kravtsova, V.I. y Liutsau, S.V., 1976. "Posibilidades de utilización de imágenes de satélite para la cartografía geomorfológica en escalas pequeñas", en La cartografía geomorfológica en escalas pequeñas, Moscú, Editorial MGL (en ruso), pags. 32-43.
- Lamadrio, J. y Horta R., 1977. Geomorfología, La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 163 p.
- Leontiev, O.K. 1982. Geología Marina, Moscú, Vischaya Shkola (en ruso). 344 p.
- Leontiev, O.K. Guershanovich, D.E. y Kotenev, V.N., 1986. "El talud continental como morfoestructura planetaria", Geomorfología, No. 2, pags. 3 - 16, Moscú (en ruso).
- Lopez Ramos, E., 1983. Geología de México, s.e. (tomo II y II).
- Lorenzo, J. L., 1961. "Notas sobre Geología glacial del Nevado de Colima", Boletín del Instituto de Geología, Univ. Nat. Auton. México, No. 1, pags. 1 - 17.
- Lugo Huop, J., 1980. "Morfoestructuras del fondo oceánico mexicano", Boletín del Instituto de Geografía UNAM, No. 15, pags. 9 - 39. México
- Lugo Huop, J., 1986. "Los métodos geomorfológicos". Revista de Geografía, vol. 1, No. 1, México, INEGI, pags. 13 - 26.
- Lugo Huop, J. y Ortiz Perez, M., 1980. "Análisis geomorfológico estructural del conjunto montañoso de la región de Cabo Corrientes. Jal." Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo XLII, No. 1, pags. 1-14.

- Lugo Hube, J., Ortiz Pérez, M., Palacio Prieto, J.L. y Bocco Verdinelli, G., 1985. "Las zonas más activas en el Cinturón Volcánico Mexicano". Geofísica Internacional, volumen especial sobre el Cinturón Volcánico Mexicano, parte 1 (Ed. S.P. Verma), vol. 24, No. 1, Mexico, pags. 83 - 96.
- Luhr, J.F., y Carmichael, I.S.E., 1965. "Contemporaneous eruption of calc-alkaline and alkaline magmas of the Mexican Volcanic Belt". Geofísica Internacional, vol. 24, No. 1, Mexico, pags. 203 - 216.
- Lumholtz, C., 1904. El México Desconocido, trad. Balbino Dávalos. Nueva York, Charles Scriber's Sons (2 tomos).
- Mahood, G. A., 1980. "Geological evolution of a pleistocene rhyolitic center -Sierra La Primavera, Jalisco, México". Journal of Volcanology and Geothermal Research, vol. 8, pags. 199 - 230, Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing.
- Martin del Pozzo, A.L., Romero, V.H. y Ruiz Kitcher, R., 1987. "Los flujos piroclásticos del Volcan de Colima, México". Geofísica Internacional, vol. 26, No. 2, pags. 291 - 307, Mexico.
- Moore, D.F. y Buffington E.C., 1968. "Transform faulting and growth of the Gulf of California since Late Pliocene." Science, vol. 161, pags. 1238 - 1241.
- Mooser, F., 1972. "The Mexican Volcanic Belt. Structure and tectonics". Geofísica Internacional, vol. 12, pags. 55 - 70, Mexico.
- Norán Z., D., 1986. "Breve revisión sobre la evolución tectónica de México". Geofísica Internacional, vol. 25, No.1, pags. 9 - 38, Mexico.
- Nieto O., J., delgado A., L. y Damon, P.E., 1985. "Geochronologic, petrologic and structural data related to large morphologic features between the Sierra Madre Occidental and the Mexican Volcanic Belt", Geofísica Internacional, vol. 24, No. 2, pags. 623 - 663, Mexico.
- Nixon, G.T. 1982. "The relationship between Quaternary volcanism in Central Mexico and the seismicity and structure of subducted ocean lithosphere". Geological Society of America Bulletin, vol. 93, pags. 514 - 523.
- Nixon, G. T., Demant, A., Armstrong, R.L. y Harakal, J.E., 1987. "K-Ar and geologic data bearing on the age and evolution of the Trans-Mexican Volcanic Belt". Geofísica Internacional, special volume on Mexican volcanic belt - Part 3A (Ed. S.P. Verma), vol. 26, No. 1, pags. 169 - 188, Mexico.

- Olivares Martelli, J., 1978. "La aplicación de las imágenes Landsat-2 en el campo de la Geología". Bol. Soc. Geol. Mexicana, tomo XXXIX, No. 2, pags. 107 - 110.
- Ollier, C., 1972. Volcances. Cambridge, The MIT Press, 177 p. (An introduction to systematic Geomorphology Texts, 6).
- Ollier, Cliff, 1981. Tectonics and Landforms. London, Longman. 324 p. (Geomorphology Texts, 6).
- Ordoñez, Ezequiel, 1946. Principales provincias geográficas y geológicas de la República Mexicana. Secretario de la Guía del Explorador Minero, s/e, Mexico. 43 p.
- Ortega-Gutierrez, F., 1981. "Metamorphic belts of southern Mexico and their tectonic significance". Geofísica Internacional, vol. 20, No. 3, pags. 177 - 202, México.
- Ortiz Perez, M. A., 1979. "Fotointerpretación geomorfológica del curso bajo del Río Grande de Santiago, Nayarit", Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM, No. 9, pags. 60 - 92.
- Ortiz Solorio, C.A. y Duanalo de la Cerda, H.E., 1978. Metodología del levantamiento fisiográfico. Mexico, Colegio de Postgraduados de Chapingo.
- Pain C., F., 1985. "Mapping of landforms from Landsat imagery: An example from Eastern New South Wales, Australia", Remote Sensing of Environment, 17 (1), pags. 55 - 65, New York, Elsevier.
- Palacio Prieto, J.L., 1985. Geomorfología regional del oriente de Michoacán y occidente del Estado de México. Tesis de doctorado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pasquare G., L., Vezzoli and Zanchi, A., 1987. "Morphological and structural model of Mexican volcanic belt". Geofísica Internacional, special volume on Mexican volcanic belt - part 3B (ed. S.P. Verma), vol. 26, No. 2, pags. 159 - 176, Mexico.
- Quiñones, H., 1987. "El sistema fisiográfico de la Dirección General de Geografía". Revista de Geografía, vol. 1, No. 2, pags. 13 - 20, Mexico, INEGI.
- Raisz, E., 1959. Landforms of Mexico (texto y mapa en escala 1:3 000 000), s.e., Cambridge, Mass.
- Rozo V., G., 1988. Cambios paleoclimáticos oceanográficos evidenciados por las asociaciones de foraminíferos bentónicos de la parte oriental de la costa del Golfo de

~~California durante el Cuaternario. Tesis de maestría.~~
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Shepard, F.P., 1973. Submarine Geology. 3 ed. New York, Harper and Row Publishers. 517 p.

Secretaría de Programación y Presupuesto. Síntesis geográficas de los siguientes estados:
1981. Aguascalientes, Colima, Jalisco, Guanajuato y Zacatecas.
1985. Michoacán.

Simonov, Y.G. y Bunyakova, S.I., 1976. "Principios de la selección de información para los mapas geomorfológicos especiales en escala pequeña", en La cartografía geomorfológica en escala pequeña, págs. 27 - 32, Ed. MGU, Moscú (en ruso).

Spiridonov, A.I., 1981. Principios de la meteorología de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico. La Habana, Ministerio de Educación Superior. 3 tomos.

Stewart, J.H., 1978. Basin-Range structure in western North America: A review". Geological Society of America Memoir, 152, págs. 1 - 31.

Stranler, A.N., 1975. Physical Geography. 4 ed. New York, John Wiley and Sons. 643 p.

Svarichevskaya, Z.A., 1978. "Clasificación del relieve como fundamento de la leyenda de la carta geomorfológica", en El levantamiento geomorfológico, págs 11 - 19, Moscú, Nauka. (en ruso).

Tricart, J., 1965. Principes et methodes de la Géomorphologie, Paris, Masson et Cie.

Uyeda, S., 1980. La nueva concepción de la tierra. Barcelona, Editorial Blume. 266 p. (Blume ecología, 9).

Venegas S., S., Maciel F., R. y Herrera F., J., 1985. "Algunas características de la Faja Volcánica Mexicana y sus recursos geotérmicos", Geofísica Internacional, volumen especial sobre el Cinturón Volcánico Mexicano, parte 1 (Ed. S.P. Verma), Vol. 24, no. 1, págs. 47 - 81, Mexico.

Verstappen, H. Th., 1977. Remote Sensing in Geomorphology. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Co. 214 p.

Verstappen, H. Th., 1983. Applied Geomorphology, Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Co. 437 p.

Voskresansky, S.S., Leontiev, O.K., Spiridonov, A.I., 1980.

Regionalización geomorfológica de la URSS, Moscú, Vischaya Shkola. (en ruso).

Williams, H. y Mc Birney, A., 1979. Volcanology. San Francisco, Freeman, Cooper and Co. 397 p.

ATLAS

ATLAS ČEKOSLOVENSKE SOCIALISTICKE REPUBLIKY. Praha. Československá Akademie Věd. Ustřední Správa Geodézie a Kartografie, 1966.

ATLAS DE LOS OCEANOS ATLANTICO E INDICO. S.G. Gorshkov y V. Fallev (s./1/). Ministerio de la Flota de marina de Guerra de la URSS, 1977.

ATLAS DEL ECUADOR (ATLAS DEL MUNDO). Anne Cllin Dellaoud. Paris: Les éditions S.A. (Banco Central del Ecuador, 1982).

ATLAS DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK. Lewen: Akademie der Wissenschaften der DDR., 1976.

ATLAS NACIONAL DE CUBA. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS, 1970.

ATLAS NACIONAL DEL MEDIO FISICO. Mexico: Secretaria de Programación y Presupuesto. Dirección General de Estudios del Territorio Nacional, 1982.

ATLAS OF GEOSCIENCE ANALYSIS OF LANDSAT IMAGERY IN CHINA, Chen Sito Peng. Beijing: Science Press, 1986.

ATLAS SLOVENSKEJ SOCIALISTICKEJ REPUBLIKY. Bratislava: Slovenska Akademia Vied, 1980.

CARTOGRAFIA

Dirección General de Estudios de Geografía del Territorio Nacional, Secretaria de Programación y Presupuesto.

1978. Carta topográfica. Hoja Guadalajara, Escala 1:1 000 000.

1978. Carta Climático Fisiográfica de la República Mexicana. Escala 1:2 000 000.

1980. Carta geológica, edafológica, climática y uso del suelo y vegetación. Hoja Guadalajara. Escala 1:1 000 000.

1981. Carta fisiográfica. Hoja Guadalajara. Escala

1:1 000 000.

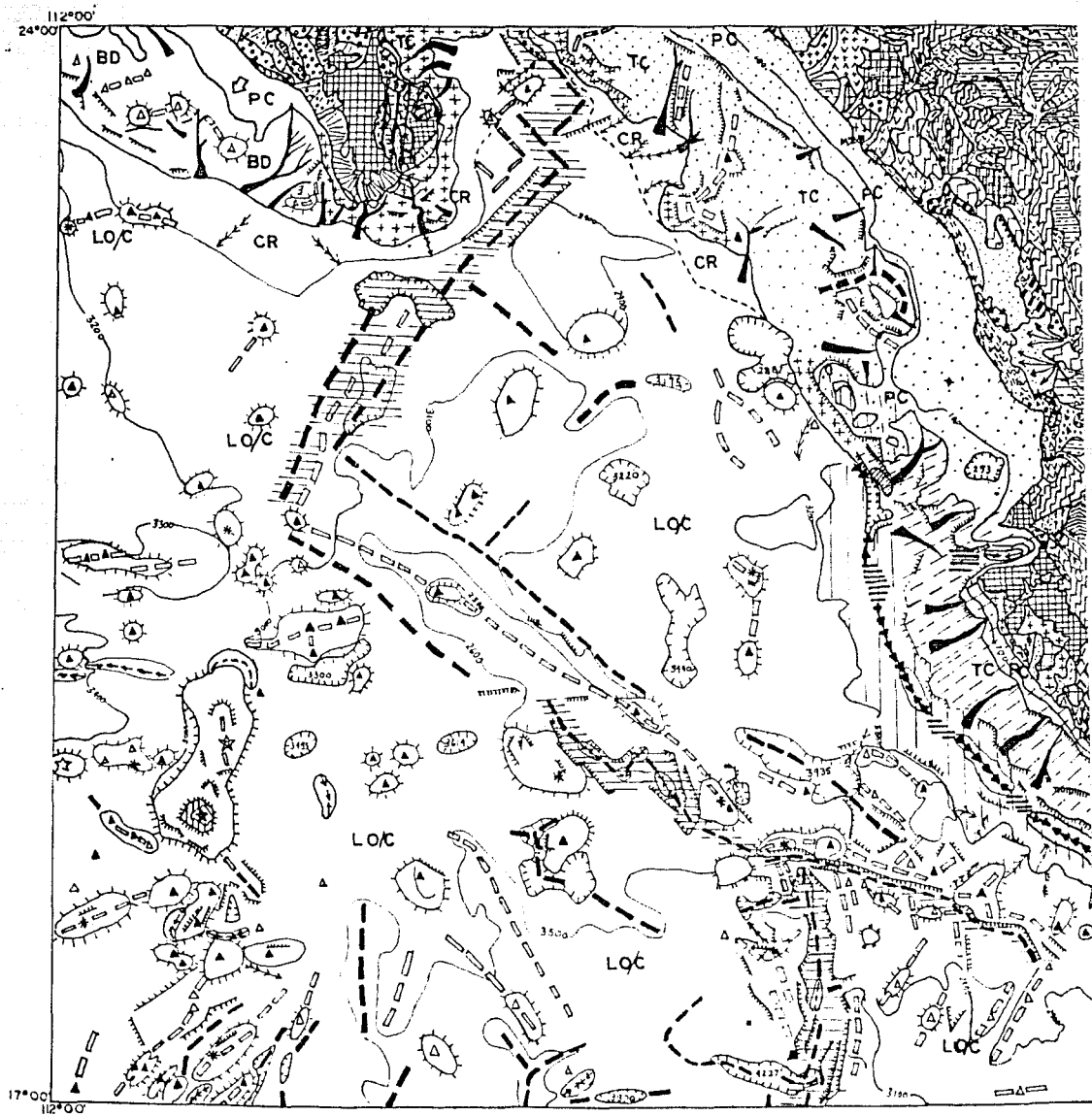
1983. Carta Batimetrica. Hojas Islas Revillagigedo
y Costa Suroeste. Escala 1:1 000 000.

Instituto Mexicano del Petroleo.

1986. Carta de Terrenos y Conjuntos Estratotecconicos
de la Republica Mexicana. Escala 1:2 000 000.

Lugo Hubp, J.,

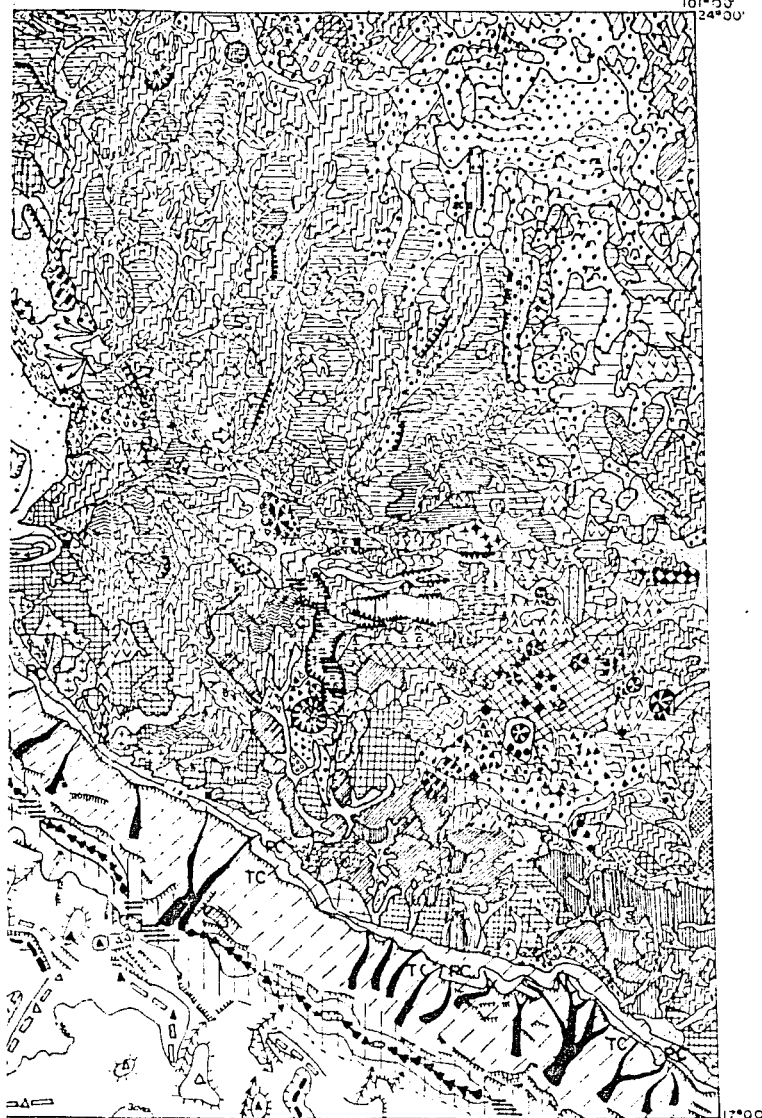
1986. Mapa de energia del relieve de la Republica
Mexicana. Escala 1:4 000 000. Instituto de
Geografia. UNAM. (inedito).



MAPA 3

La leyenda aparece en el mapa 2.

MAPA MORFOGENETICO DEL DE LA REPUBLICA MEXICANA (FONDO OCEANICO Y TIERRA



DEL OCCIDENTE
MEXICANA
(ZONA FIRME)

100 50 0 100 200
Kilómetros
ESCALA 1:4 000 000

Elaboró: Carlos E. A. Córdoba
Fernández de Arteaga

CARTA DE REGIONALIZACION GEOMORFOLOGICA

TIERRA FIRME - PLATAFORMA CONTINENTAL

I. PROVINCIA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

- Ia. SUBPROVINCIA PLANICIES Y LOMERIOS DE LA PURISIMA
 - 1. PLANICIES Y LOMERIOS DE LA PURISIMA
 - 2. PLATAFORMA SUBMARINA INCLINADA
- Ib. SUBPROVINCIA SIERRAS DEL CABO
 - 3. SIERRAS DE LA VICTORIA Y LA TRINIDAD
 - 4. DEPRESION DE MIRAFLORES
 - 5. ELEVACIONES DE LA RIVERA
 - 6. PLATAFORMAS ANGOSTAS DE LOS CABOS

II. PROVINCIA PLANICIE COSTERA DEL PACIFICO

- IIa. SUBPROVINCIA PLANICIES DE COLIACAN
- IIb. SUBPROVINCIA DE LOMERIOS Y PLANICES DEL SUR DE SINALOA
 - 7. LOMERIOS Y PLANICIES DE MAZATLAN
 - 8. MESA DE PUNTA PRIETA
- IIc. SUBPROVINCIA PLANICIE DE NAYARIT Y SINALOA
 - 9. PLANICIES DELTAICAS DE SANTIAGO
 - 10. PLANICIES INUNDABLES DE MEXQUITITLAN

III. PROVINCIA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

- IIIa. MESAS Y DEPRESIONES DEL ESTE DE LA SIERRA MADRE
- IIIb. CRESTAS Y DEPRESIONES DEL OESTE DE LA SIERRA MADRE

IV. PROVINCIA ALTIPLANO CENTRAL

- IVa. SUBPROVINCIA ELEVACIONES Y BAJADAS DEL SUR DE DURANGO
- IVb. SUBPROVINCIA ELEVACIONES Y BAJADAS DEL ALTIPLANO NORORIENTAL
- IVc. SUBPROVINCIA PLANICIES Y LOMERIOS DE ZACATECAS Y SAN LUIS POTOSI
- IVd. SUBPROVINCIA FOSAS DEL ALTIPLANO
- IVe. SUBPROVINCIA ALTIPLANO SUR
 - 11. MESAS DE LOS ALTOS DE JALISCO
 - 12. ELEVACIONES Y MESAS DE GUARAJUATO

V. PROVINCIA CINTURON VOLCANICO TRANSMEXICANO

- Va. SUBPROVINCIA CINTURON VOLCANICO OCCIDENTAL
 - 13. MESAS DE MOLCLOA
 - 14. VOLCANES DE NAYARIT
 - 15. SIERRAS Y BARRANCAS DE LA GUENALA
 - 16. VOLCANES Y MESAS TEQUILA GUADAJAJARA
- Vb. SUBPROVINCIA FOSA COLIMA-ZACUALCO
 - 17. PLANICIES DE LAS FOSAS DE ZACUALCO-GUZMAN
 - 18. COMPLEJO VOLCANICO DE COLIMA

Vc. SUBPROVINCIA CINTURON VOLCANICO CENTRAL

19. BLOQUES INCLINADOS Y FOSAS DE CHAPALA-ARANDAS
20. BLOQUE INCLINADOS Y VOLCANES DE LA PIEDAD
21. CAMPO VOLCANICO MESA TARASCA
22. VOLCANES Y CUENCAS DE ZACAPU-PATZCUARO
23. ELEVACIONES Y PLANICIES DEL BAJIO
24. BLOQUES DE MORELIA CUITZEO
25. SIERRA DE MIL CUMBRES

VI. PROVINCIA SIERRA MADRE DEL SUR

Via. SUBPROVINCIA SIERRAS DEL NORTE DEL BLOQUE DE JALISCO

Vib. SUBPROVINCIA SIERRAS DEL SUR DE JIQUILPAN

Vic. SUBPROVINCIA SIERRAS DEL SUR

26. SIERRAS DEL SUR DEL BLOQUE DE JALISCO
27. PLANICIE LA GLORIA
28. PLANICIE DE TECOMAN
29. SIERRAS DEL SUR DE MICHOACAN Y GUERRERO

VII. DEPRESION BALSAS TEPALCATEPEC

VIIa. DEPRESION DEL TEPALCATEPEC

VIIb. DEPRESION DEL BALSAS

VIIc. LAVERAS Y BARRANCAS DE TACAMBARO

VIII. PLATAFORMA CONTINENTAL DE NAYARIT Y SINALOA

VIIIa. PLATAFORMA DE NAYARIT Y SINALOA

VIIIb. PLATAFORMA DE LAS ISLAS MARIAS

IX. PLATAFORMA DE LA MARGEN CONTINENTAL DEL SUR

ZONAS DE TRANSICION EN TIERRA FIRME

30. SIERRAS Y DEPRESIONES DE FRESNILLO (III-IV)
31. MESAS Y ELEVACIONES DEL NORTE DE ZAPOPAN (III-V)
32. PLANICIES Y MESAS DE LEON (IV-V)
33. VOLCANES Y MESAS DE CAPILLA DE CUADALUPE (IV-V)
34. BAJADAS Y VOLCANES DE NUEVA ITALIA (V-VII)

TALUD CONTINENTAL

X. TALUD DE LA MARGEN OCCIDENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

XI. TALUD DE LA MARGEN ORIENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

XII. TALUD DE LA MARGEN CONTINENTAL ACTIVA DEL PACIFICO

XIIa. TALUD DE TRES MARIAS

XIIb. TALUD DE LA MARGEN CONTINENTAL SUR

35. TALUD DE BAHIA DE BANDERAS
36. TALUD DEL BLOQUE DE JALISCO
37. TALUD MANZANILLO - ACAPULCO

BORDERLAND

XII. BORDERLAND CALIFORNIANO

PIE DEL CONTINENTE

- XIV. PIE DEL CONTINENTE CALIFORNIANO
- XV. PIE DEL CONTINENTE DEL ORIENTE DEL RIFT CALIFORNIANO

TRINCHERA

- XVI. FOSA DE TRES MARIAS
- XVII. TRINCHERA DE JALISCO
- XVIII. TRINCHERA DE ACAPULCO

ZONA RIFT

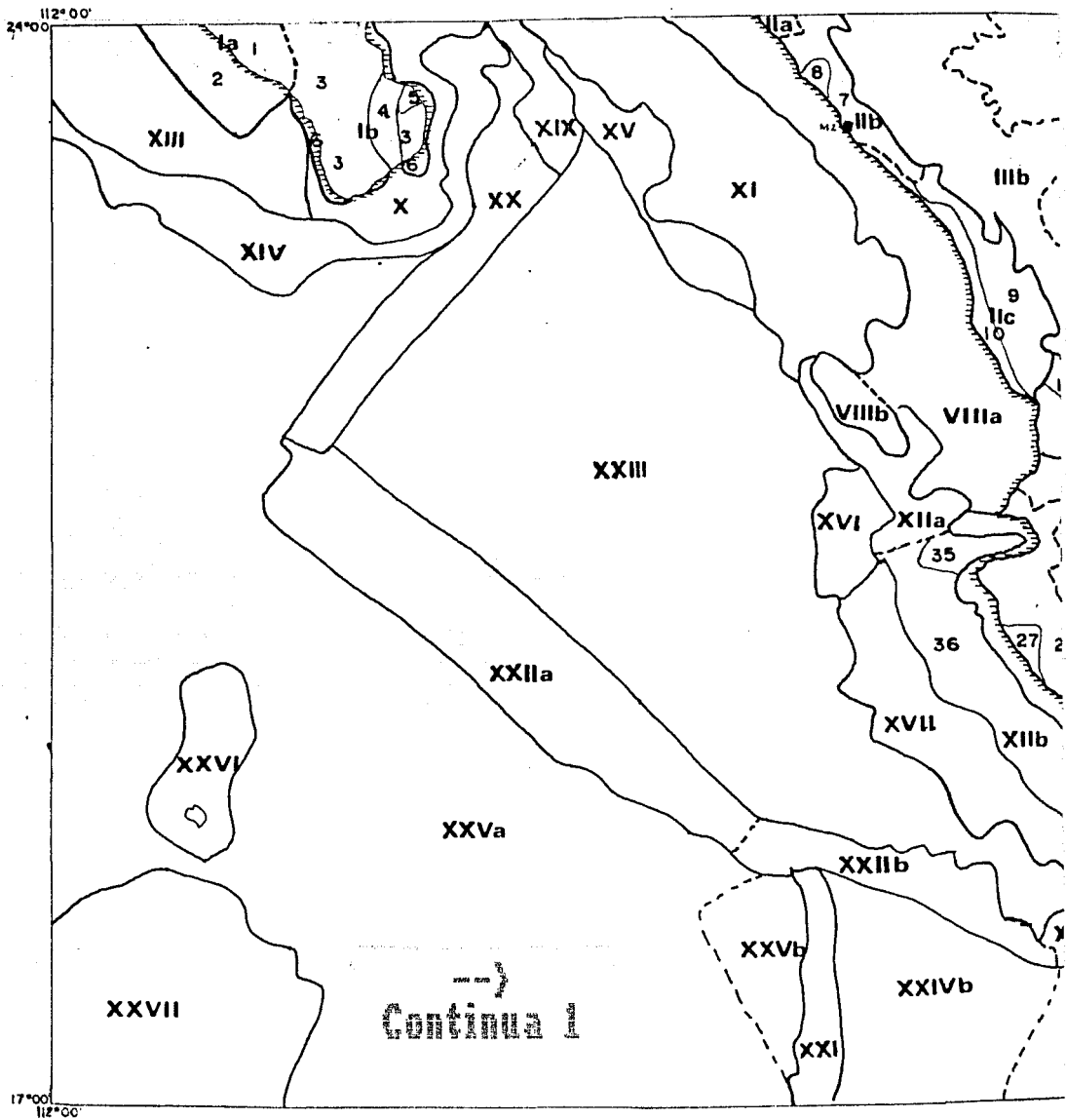
- XIX. RIFT DE CALIFORNIA
- XX. RIFT DE LA DORSAL DEL PACIFICO ORIENTAL RIVERA-TAMAYO.
- XXI. RIFT DE LA DORSAL DEL PACIFICO ORIENTAL AL SUR DE RIVERA

LECHO OCEANICO

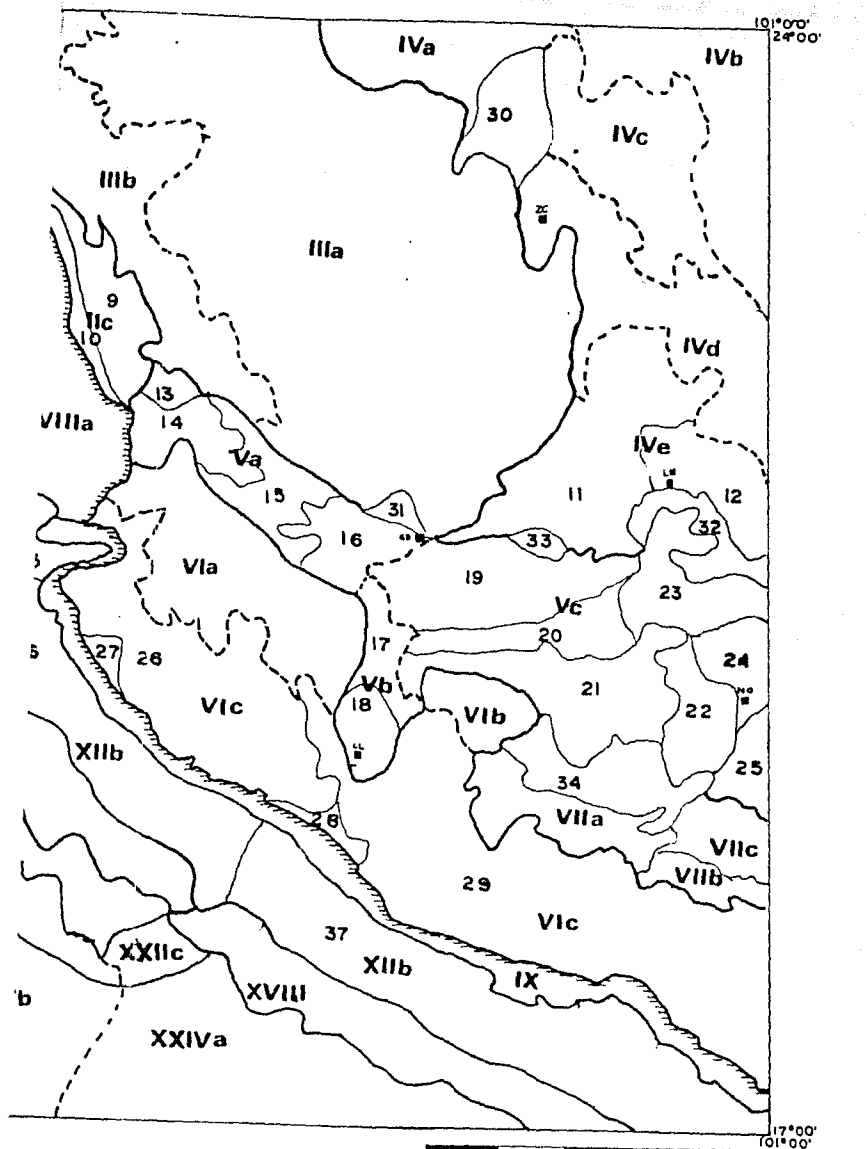
- XXII. CRESTAS Y DEPRESIONES DE LA FRACTURA RIVERA
 - XXIIa. CRESTAS Y DEPRESIONES DE LA FRACTURA DE RIVERA AL OCCIDENTE
 - XXIIb. CRESTAS Y DEPRESIONES DE LA FRACTURA RIVERA CENTRO
 - XXIIc. CRESTAS Y DEPRESIONES DE LA FRACTURA RIVERA ORIENTE
- XXIII. LADERAS DE RIVERA-TAMAYO
- XXIV. LADERAS DE OROZCO
 - XXIVa. LADERAS ANTIGUAS DEL ESTE DE LA DORSAL
 - XXIVb. LADERAS RECIENTES DEL ESTE DE LA DORSAL
- XXV. LADERAS DEL OESTE DE LA DORSAL
 - XXVa. LADERAS RECIENTES DEL OESTE DE LA DORSAL
 - XXVb. LADERAS ANTIGUAS Y PLANICIES AL OESTE DE LA DORSAL
- XXVI. VOLCANES SOCORRO-SAN BENEDICTO
- XXVII. MONTAÑAS MATEMATICOS

LIMITE ENTRE UNIDADES

- LIMITE ENTRE PROVINCIAS Y UNIDADES DE ORDEN MAYOR
- LIMITE ENTRE SUBPROVINCIAS
- ===== LIMITE ENTRE REGIONES O ZONAS DE TRANSICION



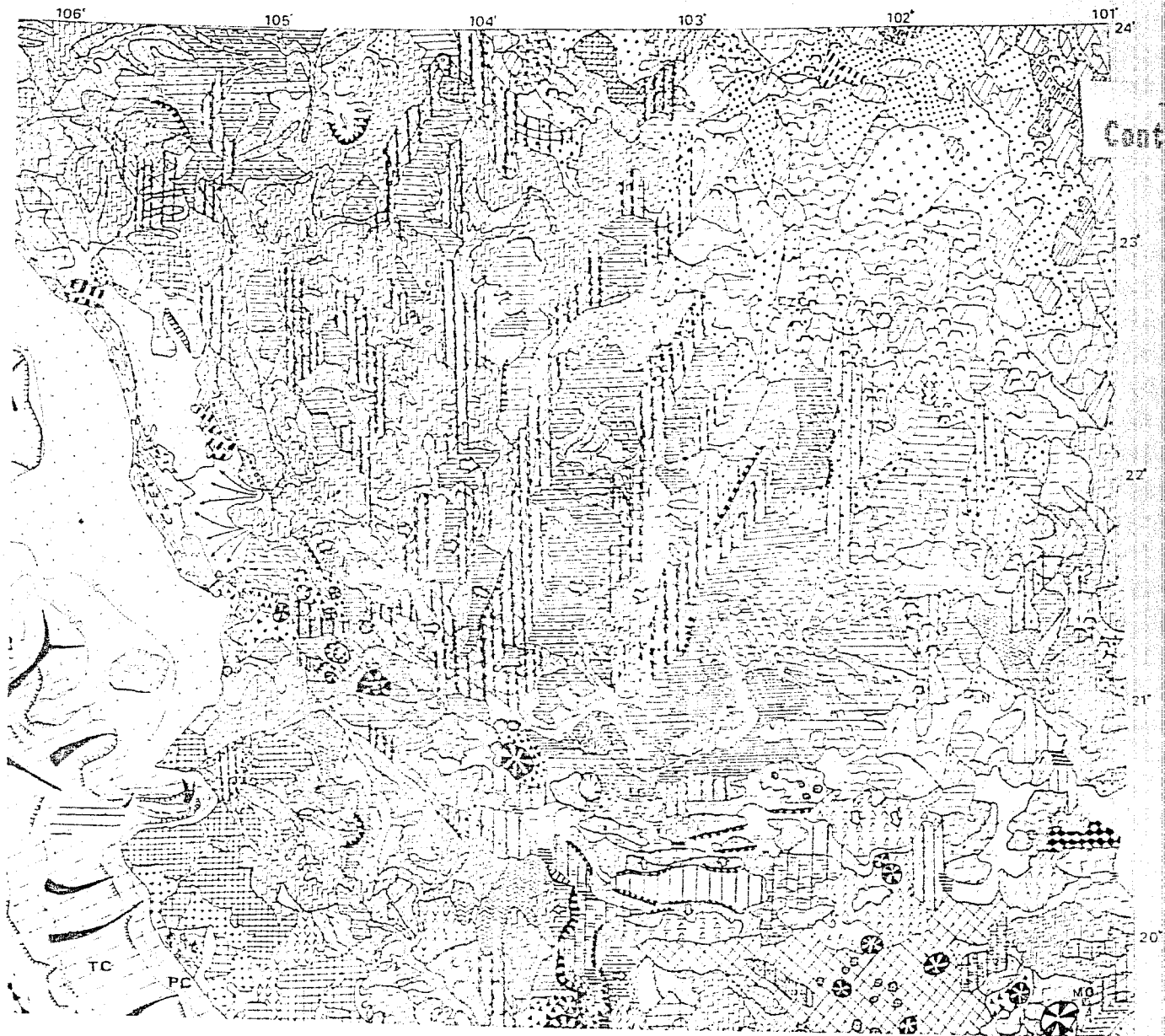
**MAPA DE REGIONALIZACION GEOMORFOLOGICA
 OCCIDENTE DE LA REPUBLICA MEXICANA
 (TIERRA FIRME Y FONDO OCEANICO)**



LOGICA DEL

100 50 0 100 200
 Kilómetros
 ESCALA 1:4 000 000

MAPA 4
 Elaboró y dibujó: Carlos E.
 Córrova F. de A.



AA000	1.0.1	Eógenos
AA000	1.0.1	Lomeríos de bloques de fallas basculados N2-Q.
AA000	1.0.2	Lomeríos de bloques de falla con conos volcánicos N2-Q.

Senits:

BB000	1.1.1	Eógenos
BB000	1.1.1	Lomeríos de rocas sedimentarias Eógenas
BB000	1.1.2	Lomeríos de rocas intrusivas y metamórficas
BB000	1.1.3	Lomeríos de rocas volcánicas precuaternarias

1.4 ZONAS ESPECIALES DE ELEVACIONES

CC000	1.4.1	Cerros de volcans monogenéticos Q.
CC000	1.4.2	Cerros de basaltos Q.

TIPO I. PLANICIES:

1.1 PLANICIES DE TIPO I

DD000	1.1.1	Aluviales
DD000	1.1.2	Aluviales
DD000	1.1.3	Aluviales
DD000	1.1.4	de piedemonte Q.
DD000	1.1.5	de piedemonte y aluviales Q.

1.2 PLANICIES DE TIPO II

EE000	1.2.1	de acumulación marina DIV
EE000	1.2.2	de acumulación DIV
EE000	1.2.3	de acumulación fluvial Q.
EE000	1.2.4	de acumulación fluvial deltaica DIV-DIV
EE000	1.2.5	de acumulación fluvio-marina DIV
EE000	1.2.6	de acumulación eólica DIV
EE000	1.2.7	de piedemonte
EE000	1.2.8	de cubierta de sedimentos marinos de plataformas continentales N2-Q.

TIPO II. MARGEN MONTAÑAS Y ZONAS TRANSICIONALES

FF000	1.2.1	Margen de Frente de Piedemonte Elevado y Gradado
FF000	1.2.2	Ladera de basaltos y rocas volcánicas pendiente

GG000	1.2.3	Laderas moderadas en rocas no volcánicas.
-------	-------	---

1.3 MARGEN DE PENDIENTE DEBIL (TIPO III) Y MARGEN DE TIPO IV

HH000	1.3.1	de acumulación marina
HH000	1.3.2	de acumulación fluvial
HH000	1.3.3	de acumulación fluvial
HH000	1.3.4	de acumulación fluvial
HH000	1.3.5	de acumulación fluvial

II000	1.3.6	de acumulación fluvial
II000	1.3.7	de acumulación fluvial
II000	1.3.8	de acumulación fluvial

II000	1.3.9	de acumulación fluvial
II000	1.3.10	de acumulación fluvial

Continúa 2

LEYENDA DE LA CARTA GEOMORFOLOGICA DEL FONDO OCEANICO MEXICANO

TIPO I. TIPO DE RELIEVE

MARGEN CONTINENTAL MEXICANO

PC 1.1 Plataforma continental:

PC000	1.1.1	Riftogenica, amplia, con bordes abruptos
PC000	1.1.2	Riftogenica con acumulación deltaica, angosta, disecada, bordes suaves
PC000	1.1.3	Basáltica, amplitud variable, bordes suaves.
PC000	1.1.4	de margen activa de colisión, disecada, con bordes abruptos.
PC000	1.1.5	Insular (continental)

TC 1.2 Tercera continental:

TC000	1.2.1	tectónico orogénico de margen activa de colisión, disecada, con escarpes y pendientes moderadas
TC000	1.2.2	tectónico riftogenico, amplia, con estructuras sesisipuladas con expresión en la superficie escarpado de pendientes débiles
TC000	1.2.3	tectónico riftogenico, angosta, escarpado de pendientes fuertes

BD 1.3 Borderland

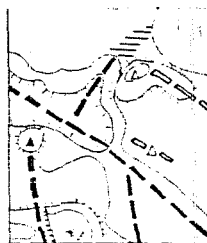
CR 1.4 Pie del continente

DTM TRANSICIONAL

TR 1.5 Tranchera

LOM (MARGEN)

LO000	1.6	Borras
LO000	1.7	de acumulación fluvial
LO000	1.8	de acumulación fluvial



TIPO II. TIPO DE RELIEVE

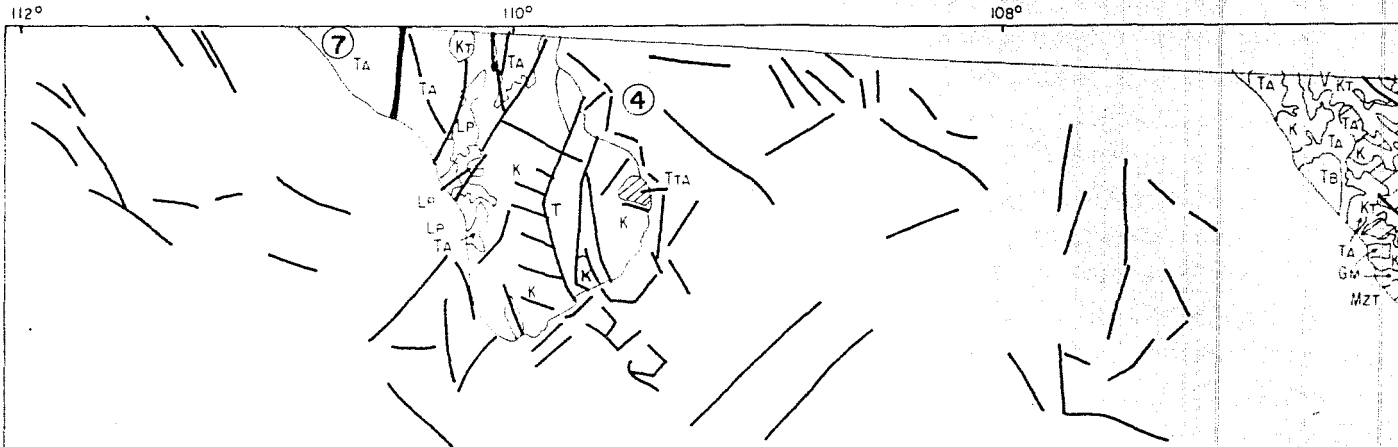
TIPO I. TIPO DE RELIEVE

PC000	1.1.1	Montaña
PC000	1.1.2	Mesa
PC000	1.1.3	Depresiones anchas
PC000	1.1.4	Depresiones profundas
PC000	1.1.5	Cuenca en lecho
PC000	1.1.6	Escarpes
PC000	1.1.7	Cuchilla y valle
PC000	1.1.8	Valles en U
PC000	1.1.9	Eje de la cordillera
PC000	1.1.10	Eje de la cordillera
PC000	1.1.11	Eje de la cordillera
PC000	1.1.12	Eje de la cordillera
PC000	1.1.13	Eje de la cordillera

TIPO II. TIPO DE RELIEVE

TC000	1.2.1	Escarpes
TC000	1.2.2	Alturas de la cordillera
TC000	1.2.3	de la cordillera
TC000	1.2.4	de la cordillera
TC000	1.2.5	de la cordillera
TC000	1.2.6	de la cordillera
TC000	1.2.7	de la cordillera
TC000	1.2.8	de la cordillera
TC000	1.2.9	de la cordillera
TC000	1.2.10	de la cordillera

Continúa I



CARTA DE TERRENOS Y CONJUNTOS ESTRATOTECTONICOS

(MODIFICADA Y CON INTERPRETACION DE LINEAMIENTOS POR EL AUTOR)

TERRENOS.

- | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|-------------|
| 1. GUERRERO | 3. PARRAL | 5. TOLIMAN | 7. VIZCAINO |
| 2. SIERRA MADRE ORIENTAL | 4. LA PAZ | 6. XOLAPA | |

* LA PAZ

* PARRAL

* SIERRA MADRE ORIENTAL

TA ALUVION SUELOS O CONGLOMERADAS ARENSCAS T

ALUVION, SUELOS Y CONGLOMERADO

TTA TARAHUMARA ROCAS VOLCANICAS PRINCIPALMENTE ISINERITAS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL.

TN TARAHUMARA-NAHUA ROCAS VOLCANICAS

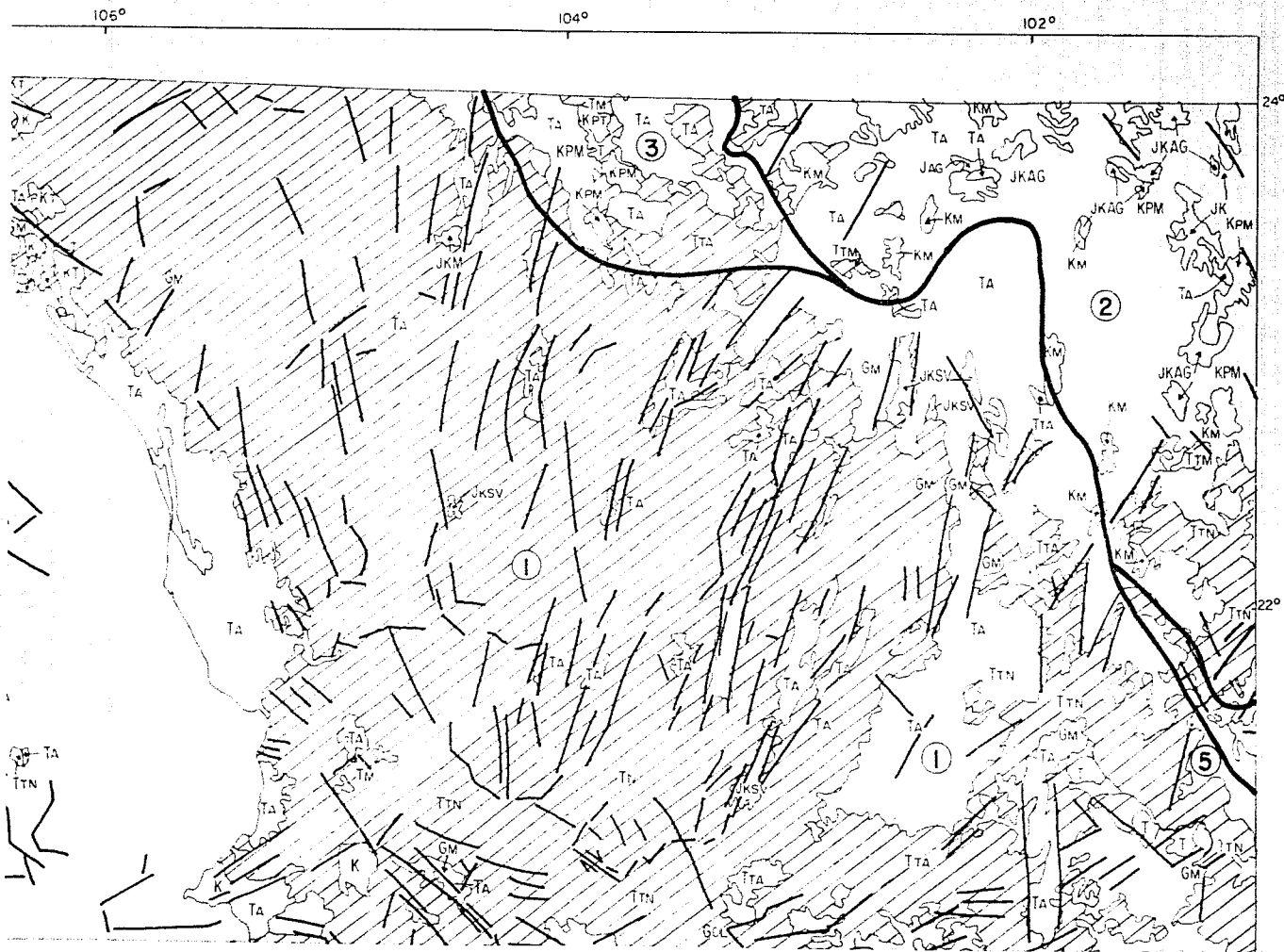
Tah Fm AHUICHILA MOLASAS

KM MEXICA Fm MENDEZ SAN FELIPE Y AGUA NUEVA (KS) LUTITAS

PLATAFORMA DE CORDOBA Ks NO ADRECE



→
Continua 2



KPM	(ESCASO)	KPM	PLATAFORMA MAR MEXICANO Fm. CUESTA DEL CURA (K1) Fm. TAMAULIPAS SUP.
-----	----------	-----	--

JKM	MEZCALERA, LUTITAS ARENISCAS Y CALIZAS	JKAG	ALTIPLANO - GOLFO SEDIMENTARIO MARINO (Js Ki)
-----	--	------	--

VALLES Js-Ki MARINOS Y CONTINENTALES HUAYACOCOTLA - Ji NAZAS Trs-Ji n gp	
--	--

LP	LA PAZ INDIFFERENCIADO ROCAS METAMORFICAS (PM) ?
----	---

TRC	CHARCAS Fm. ZACATECAS ESQUISTOS
-----	---------------------------------

SINALOA *	GUERRERO GUERRERO MICHOACAN JALISCO COLIMA Y NAYARIT	ALTIPLANO
-----------	--	-----------

TA	ALUVION Q, SUELOS Q, CONGLOMERADO T-Q, ARENISCAS T.
----	---

TB	BASALTO (Ts)
----	--------------

TTA	TARAHUMARA
-----	------------

TTA	TARAHUMARA TARAHUMARA-NAHUA
-----	--------------------------------

KTB	BALSAS SEDIMENTOS CONTINENTALES (Ks-Ti)
-----	---

KV	Fm. ALISITOS (K1) VOLCANICOS
----	------------------------------

JKSV	SEDIMENTOS Y VOLCANICOS Fm. ALISITOS (K1)
------	--

GM	SEDIMENTOS VOLCANICOS DE RELACIONES INCIERTAS
----	---

GM	GUERRERO METAMORFICO (J-K)
----	----------------------------

GM	ROCAS SEDIMENTARIAS Y METASEDIMENARIAS DE GUANAJUATO (P-Trs)
----	--

*	ROCAS PLUTONICAS
---	------------------

T	< 40 m.a.	→ LA PAZ *
---	-----------	------------

KT	40-80 m.a. PLUTONISMO LARAMIDICO	→ SINALOA
----	----------------------------------	-----------

K	80-135 m.a.	→ GUERRERO, LA PAZ
---	-------------	--------------------

Fuente:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO, 1936.

ESCALA GRAFICA

0 50 100 150

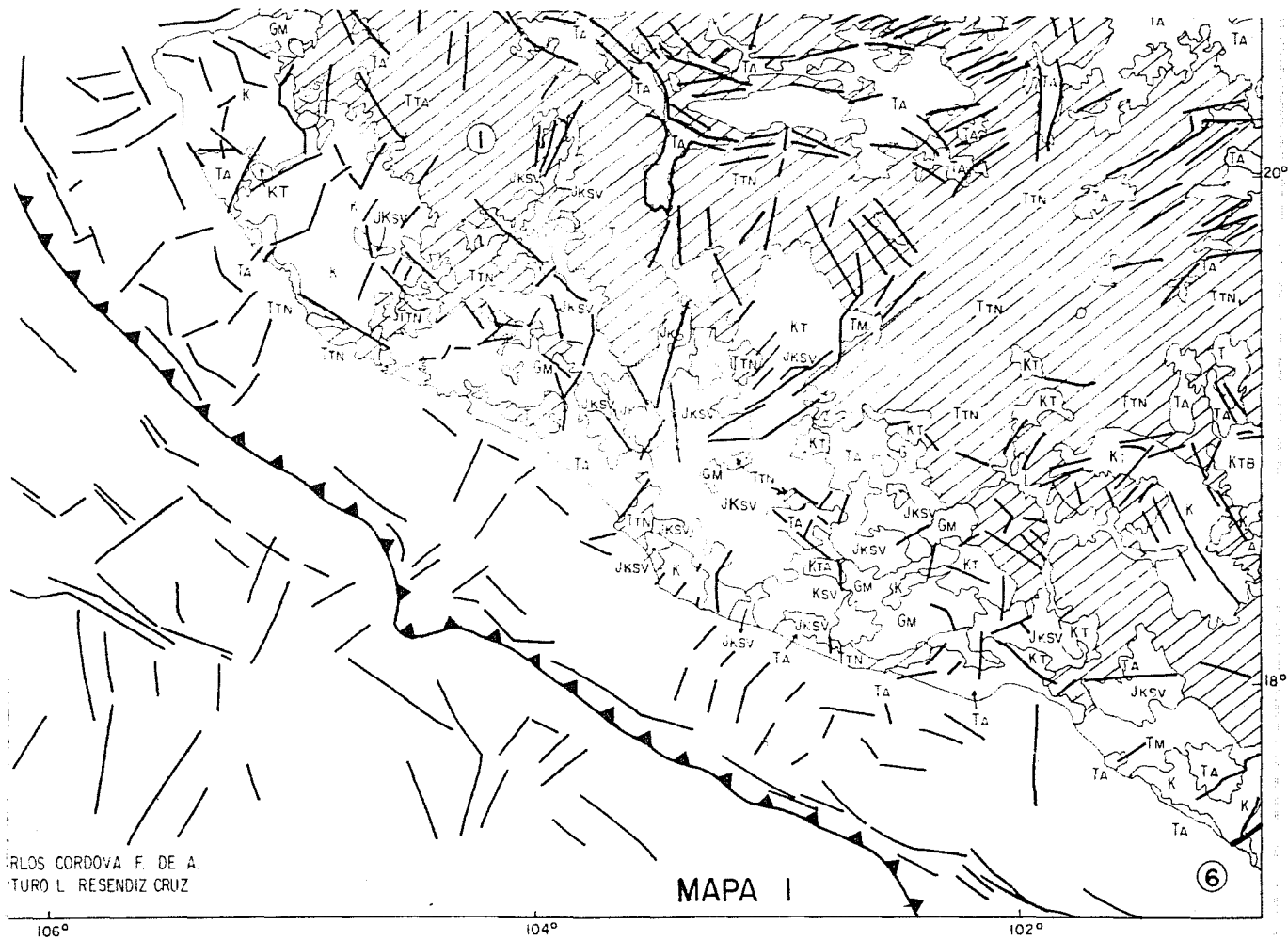
18°

110°

108°

Com. 11
Banc. 11
MEXICO

FORMO: CA
DIBUJO: AF



LOS CORDOVA F. DE A.
TURO L. RESENDIZ CRUZ

MAPA I

106°

104°

102°

20°

18°

6