



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS COLEGIO DE GEOGRAFIA

DELIMITACION DE UNIDADES AMBIENTALES POR MEDIO DE UNA REGIONALIZACION GEOMORFOLOGICA DEL MESOBLOQUE "EL ENCANTADO", OAXACA.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE: LICENCIADO EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A:

297894

MARCELINO AGUSTIN ARELLANO REYES



CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO D F



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS COLEGIO DE GEOGRAFIA

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.

DEDICATORIAS

*A mis padres
María y Agustín (†).*

*A mi familia (sin su apoyo ésta tesis no sería posible)
Luisa , Antelmo, Danira,
Andrés, Jaime, Martha e Irma.*

*A mi sobrina Andrea por demostrarme que para un ser
humano no hay barreras.*

A mis sobrinas Sandra (†) y Mayra (†).

*Lamento no poder dedicarles por el momento
un trabajo con mayor calidad.*

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor: Dr. Jorge López Blanco por sus enseñanzas, su paciencia y darme la oportunidad de desarrollarme académicamente sin imposiciones.

A Ramón Rodríguez, Arturo Garrido, Antonio Navarrete, Guadalupe Tapia y Celia López, por sus consejos académicos.

A Raúl Gutierrez y Miguel Castillo; por su apoyo en el trabajo de campo.

A mis sinodales: al Dr. José Juan Zamorano; a la Dra. Lourdes Villers, al Dr. Arturo García y al Dr. Mario Arturo Ortíz.

Al Dr. José Ramón Hernández.

A mi mismo por haber tenido el acierto de elegir el ser geógrafo.

INDICE

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

Introducción - - - - -	1
Objetivos - - - - -	3
Justificación - - - - -	4
Antecedentes - - - - -	5

CAPÍTULO 2 MARCO CONCEPTUAL

2.1. El Enfoque Fisiográfico - - - - -	7
2.2. El Enfoque Paisajístico - - - - -	9
2.2.1. La Escuela Alemana - - - - -	9
2.2.2. La Escuela Soviética - - - - -	10
2.2.3. La Escuela Francesa - - - - -	12
2.2.4. La Escuela Estadounidense - - - - -	14
2.3. El Enfoque Morfoedafológico - - - - -	15
2.4. El Enfoque Geopedológico - - - - -	16
2.5. El Enfoque Geomorfológico - - - - -	21
2.5.1. El Levantamiento Geomorfológico - - - - -	21
2.5.2. Unidades de Mapeo del Terreno - - - - -	21
2.5.3. El Sistema ITC para Levantamientos Geomorfológicos - - - - -	24
2.6. Los Enfoques Nacionales - - - - -	28
2.6.1. EL Levantamiento Fisiográfico de la República Mexicana - - - - -	28
2.6.2. EL Sistema Fisiográfico de INEGI - - - - -	30
2.6.3. La Metodología del Ordenamiento Ecológico del Territorio - - - - -	31

CAPÍTULO 3

MARCO GEOGRÁFICO

3.1. Localización del Área de Estudio - - - - -	33
3.2. Clima - - - - -	33
3.3. Edafología- - - - -	35
3.4. Vegetación y Uso de Suelo- - - - -	38
3.5. Tectónica e Historia Regional - - - - -	41
3.5.1. Tectónica Regional - - - - -	41
3.5.2. Historia Geológica Regional - - - - -	49
3.5.3. Evolución Tectónica del Complejo Xolapa - - - - -	53
3.5.4. Unidades Litológicas - - - - -	60

CAPÍTULO 4

MÉTODO

4.1. Delimitación del Área de Estudio - - - - -	68
4.2. Recopilación y Análisis Bibliográfico y Cartográfico - - - - -	68
4.3. Corrección Geométrica e Interpretación de Imágenes de Satélite Landsat TM - - - - -	68
4.4.- Procesamiento del Modelo Digital del Terreno, Mapas de Pendientes, Altimétrico, del Relieve Sombreado, del Relieve Sombreado Estereoscópico y Captura en Formato Digital de Cartografía Temática - - - - -	70
4.5.- Delimitación del Mesobloque "El Encantado - - - - -	78
4.6.- Delimitación de Unidades Geomorfológicas - - - - -	80
4.7.- Trabajo de Campo - - - - -	82
4.8.- Obtención de Unidades Ambientales - - - - -	82

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

5.1. Regionalización Geomorfológica	83
5.1.1. Sistema de Laderas de Montaña Bloque	85
5.1.1.1. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Altas (Imba)	90
5.1.1.2. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Medias (Imbm)	90
5.1.1.3. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Bajas (Imbb)	95
5.1.2. Sistema de Lomeríos	95
5.1.2.1. Subsistema de Lomeríos Altos (lomal)	97
5.1.2.2. Subsistema de Lomeríos Medios (lom)	97
5.1.2.3. Subsistema de Lomeríos Bajos (lob) y Lomeríos Bajos Aislados (lombai)	97
5.1.3. Sistema de Piedemontes	103
5.1.3.1. Subsistema de Piedemontes (pm)	103
5.1.3.2. Subsistema de Piedemontes Superiores (pms)	104
5.1.3.3. Subsistema de Piedemonte Intermontano (pmi)	104
5.1.3.4. Subsistema de Piedemontes Inferiores (pminf) y Piedemonte Inferior Disectado (pminfd)	104
5.1.4. Sistema de Planicies Aluviales, Planicies Aluviales Intermontanas, Planicie Fluvial y Planicie Fluvio-Deltaica	108
5.1.4.1. Subsistema de Planicies Aluviales Complejas (pal)	108
5.1.4.2. Subsistema de Planicies Aluviales Intermontanas (pai)	108
5.1.4.3. Subsistema de Planicie Fluvial (pf) y Planicie Fluviodeltaica (pfd)	108
5.1.5. Sistema de Planicies Costeras, Planicie Costera de Plataforma Marina, Planicies Lagunares Costeras y Planicie Lagunar Fluvial	109
5.1.5.1. Subsistema de Planicies Costeras (pc) y Planicie Costera de Plataforma Marina (pcptm)	109
5.1.5.2. Subsistema de Planicies Lagunares-Costeras (plc) y Planicie Lagunar-Fluvial (plf)	110

5.2. Obtención de Unidades Ambientales	113
5.2.1. Sistema de Laderas de Montaña Bloque	115
5.2.1.1. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Altas (Imba)	115
5.2.1.2. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Medias (Imbm)	115
5.2.1.3. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Bajas (Imbb)	115
5.2.2. Sistema de Lomeríos	120
5.2.2.1. Subsistema de Lomeríos Altos (lomal)	120
5.2.2.2. Subsistema de Lomeríos Medios (lom)	120
5.2.2.3. Subsistema de Lomeríos Bajos (lob) y Lomeríos Bajos Aislados (lombai)	120
5.2.3. Sistema de Piedemontes	121
5.2.3.1. Subsistema de Piedemontes Superiores (pms)	121
5.2.3.2. Subsistema de Piedemontes Inferiores (pminf) y Piedemonte Inferior Disectado (pminfd)	121
5.2.3.3. Subsistema de Piedemontes (pm)	125
5.2.3.4. Subsistema de Piedemonte Intermontano (pmi)	125
5.2.4. Sistema de Planicies Aluviales, Planicies Aluviales Intermontanas, Planicie Fluvial y Planicie Fluvio-Deltaica	125
5.2.4.1. Subsistema de Planicies Aluviales Complejas (pal)	125
5.2.4.2. Subsistema de Planicies Aluviales Intermontanas (pai)	125
5.2.4.3. Subsistema de Planicie Fluvial (pf) y Planicie Fluviodeltaica (pfd)	126
5.2.5. Sistema de Planicies Costeras, Planicie Costera de Plataforma Marina, Planicies Lagunares Costeras y Planicie Lagunar Fluvial	126
5.2.5.1. Subsistema de Planicies Costeras (pc) y Planicie Costera de Plataforma Marina (pcptm)	126
5.2.5.2. Subsistema de Planicies Lagunares-Costeras (plc) y Planicie Lagunar-Fluvial (plf)	127
5.3. Conclusiones	130
Bibliografía	132

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Área de Estudio	34
Figura 2. Mapa Edafológico	37
Figura 3. Mapa Vegetación y Uso de Suelo	40
Figura 4. Localización de la Sierra Madre del Sur	43
Figura 5. Marco Geotectónico Regional	44
Figura 6. Modelo Resumido de la Evolución Tectónica...	45
Figura 7. Localización del Complejo Xolapa	47
Figura 8. Mapa Paleotectónico del Cretácico Tardío...	55
Figura 9. Mapa Paleotectónico del Eoceno Tardío...	56
Figura 10. Mapa Paleotectónico del Oligoceno Tardío...	57
Figura 11. Mapa Tectónico Generalizado del Sureste	58
Figura 12. Mapa Litológico	64
Figura 13. Diagrama de Flujo Metodológico	67
Figura 14. Compuesto RGB en Falso Color 753	72
Figura 15. Compuesto RGB en Falso Color 432	73
Figura 16. Delimitación Morfotectónica del Mesobloque "El Encantado"	74
Figura 17. Mapa del Relieve Sombreado Estereoscópico	75
Figura 18. Mapa de Pendientes del Terreno	76
Figura 19. Mapa Altimétrico	77
Figura 20. Esquema de la Regionalización del Relieve	86
Figura 21. Mapa de Sistemas Geomorfológicos...	87
Figura 22. Gráficas de Altura Absoluta y Altura Relativa de los Sistemas...	88
Figura 23. Mapa de Subsistemas Geomorfológicos	91
Figura 24. Laderas de Montaña Bloque Altas	92
Figura 25. Gráficas de Altura... de Laderas de Montaña Bloque Altas	93
Figura 26. Laderas de Montaña Bloque Medias	92
Figura 27. Gráficas de Altura... de Laderas de Montaña Bloque Medias	94
Figura 28. Laderas de Montaña Bloque Bajas	92
Figura 29. Gráficas de Altura... de Laderas de Montaña Bloque Bajas	96
Figura 30. Lomerío Alto y Planicie Lagunar Costera	99
Figura 31. Gráficas de Altura... de Lomeríos Altos	100
Figura 32. Lomerío Medio	99

Figura 33. Gráficas de Altura... de Lomeríos Medios	101
Figura 34. Lomerío Bajo	99
Figura 35. Gráficas de Altura... de Lomeríos Bajos	102
Figura 36. Piedemonte Inferior Disectado...	106
Figura 37. Planicie Aluvial Compleja...	106
Figura 38. Planicie Fluvial	106
Figura 39. Planicie Costera	106

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Geocronología Simplificada de México	51
Tabla 2. Síntesis... del Sistema de Laderas de Montaña Bloque	89
Tabla 3. Síntesis... del Sistema de Laderas de Lomeríos	98
Tabla 4. Síntesis... del Sistema de Piedemontes	107
Tabla 5. Síntesis... del Sistema de Planicies Aluviales Complejas...	111
Tabla 6. Síntesis... del Sistema de Planicies Costeras...	112
Tabla 7. Unidades Ambientales... de Laderas de Montaña Bloque Altas	118
Tabla 8. Unidades Ambientales... de Laderas de Montaña Bloque Medias	119
Tabla 9. Unidades Ambientales... de Laderas de Montaña Bloque Bajas	122
Tabla 10. Unidades Ambientales... de Lomeríos...	123
Tabla 11. Unidades Ambientales... de Piedemontes	124
Tabla 12. Unidades Ambientales... de Planicies Aluviales Complejas...	128
Tabla 13. Unidades Ambientales... de Planicies Costeras...	129

DELIMITACIÓN DE UNIDADES AMBIENTALES POR MEDIO DE UNA REGIONALIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL MESOBLOQUE “EL ENCANTADO”, OAXACA.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

RESUMEN.

El primer capítulo, corresponde a la introducción, donde se hace referencia de la utilidad de la geomorfología en los estudios ambientales. Se plantean los objetivos, se menciona la metodología seleccionada y se justifica el presente estudio.

En el segundo capítulo, se desarrolla el marco conceptual, basado en una revisión bibliográfica amplia, de los principales enfoques y métodos, que se han desarrollado a nivel internacional, desde un punto de vista integracionista para fragmentar y estudiar en unidades cartográficas jerárquicas a un territorio.

El tercer capítulo, muestra la localización del área de estudio; se explica su marco geográfico, y se detalla en los siguientes componentes del medio natural: clima, geología, tectónica, vegetación y uso de suelo.

En el cuarto capítulo, se abordan cada una de las etapas de la metodología seleccionada para cumplir con los objetivos de la investigación. Dichas etapas explican como se realizó la regionalización geomorfológica, que tiene un sustento morfogénético, y que a su vez es el soporte utilizado para delimitar las unidades ambientales.

El quinto capítulo, corresponde a los resultados, y consiste de dos partes; la primera, en donde se describen las unidades (Sistemas, Subsistemas y Unidades) geomorfológicas jerárquicas, obtenidas por medio de la regionalización geomorfológica. La segunda parte, se refiere a las unidades ambientales, en la cual, se sintetiza la información del medio natural, a manera de inventario. Por último, se presentan las conclusiones.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existen diversos enfoques metodológicos para fragmentar el medio natural en unidades cartográficas sintéticas, las cuales presentan cierta homogeneidad en lo que respecta a sus características naturales particulares (litología, clima, relieve, edafología y vegetación); entre los principales enfoques a nivel mundial se encuentran: el fisiográfico (CSIRO, 1946 en Tricart, 1992), el Paisajístico (Troll, 1950; Sochava, 1963; Forman y Godron, 1986), el Morfoedafológico (Kilian, 1972) el biogeográfico (De Candolle, 1820 en Aguilar, 1998) y el geomorfológico (Van Zuidam, 1985/86, Meijerink, 1988, Verstappen y Van Zuidam, 1991).

La principal aportación de la geomorfología, dentro del contexto de la regionalización ambiental o ecológica, es la de proveer de una base cartográfica, por medio de la cual se realicen fragmentaciones de un territorio, obteniendo unidades cartográficas homogéneas o unidades de mapeo del terreno, a partir del análisis del relieve, las cuales contribuyen con elementos descriptivos necesarios para una aproximación interdisciplinaria (Tricart, op. cit). Además, dichas unidades pueden ofrecer numerosas contribuciones para la localización, investigación y explotación de los recursos naturales, verificaciones en campo y mapeo geomorfológico (Panizza, 1996). Al delimitar unidades geomorfológicas y complementar la información del relieve obtenida, con elementos del medio natural (geología, edafología, clima y vegetación), se obtienen unidades sintéticas o **unidades ambientales**, con lo cual se busca crear una base geográfica a manera de inventario, aplicable para estudios multidisciplinarios que tengan como objetivo principal realizar un diagnóstico ambiental y asegurar un uso eficiente de los recursos naturales de una región.

En el presente trabajo, se propone la delimitación de unidades ambientales con base en una regionalización geomorfológica a escala 1:250,000; aplicando la metodología del Sistema para el Levantamiento Geomorfológico del ITC (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Verstappen y Van Zuidam, op. cit.), ya que la utilización de dicho método hará posible obtener límites geomorfológicos que son la base para la obtención de las unidades

ambientales, los resultados son útiles para estudios posteriores de una propuesta de desarrollo de una región, que propongan una planeación del uso de sus recursos naturales.

OBJETIVO GENERAL

- Delimitar unidades ambientales con base en una regionalización geomorfológica a escala 1:250,000 del mesobloque "El Encantado", Oaxaca.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Realizar una regionalización geomorfológica para delimitar unidades geomorfológicas en el área de estudio; siguiendo los lineamientos generales de la metodología del Sistema para el Levantamiento Geomorfológico del ITC; tomando en cuenta para ello el tipo de relieve, su origen, edad de las formas y litología, y clase geométrica del relieve.

- Complementar las unidades geomorfológicas, con información de tipo ambiental (geología, clima, edafología, uso de suelo y vegetación), para generar un documento cartográfico básico para la obtención de unidades ambientales útiles para un diagnóstico ambiental.

- Crear una base de datos tabulares que sinteticen a manera de inventario y de reconocimiento con información del medio natural (geología, clima, edafología, uso de suelo y vegetación), a cada unidad ambiental.

JUSTIFICACIÓN.

Un gran problema en los países en vías de desarrollo es la explotación intensa y no planeada de sus recursos naturales, condicionado por el centralismo en la forma y el sistema de gobierno, donde el costo ecológico y social son mayores al costo económico, frente a esto la regionalización se convierte en una herramienta importante para la planeación, que debe responder a las demandas sociales, pero, sin omitir la relación hombre-medio natural.

Los estudios sobre el potencial de lagunas costeras y de la región montañosa del área de estudio son escasos, más de 400 km de litoral oaxaqueño formado por acantilados rocosos, playas, bahías, esteros y lagunas, integran una de las regiones con mayor potencial turístico de México. Megaproyectos de ésta índole, como Bahías de Huatulco y Puerto Escondido han aprovechado la infraestructura existente; sin embargo, las localidades fuera de estos focos turísticos aparecen como puntos aislados en un contexto ecológico y social condicionado por las irregularidades en la tenencia de la tierra, la extrema pobreza, la baja calidad de los servicios y la poca oferta de empleo (Toledo, 1992). Esto aunado a la deforestación de los bosques en las tierras altas, debido a una explotación irracional y a la ocupación de las tierras bajas para la práctica de la ganadería, además de la agricultura de temporal que se lleva a cabo en todos los espacios posibles; han acelerado los procesos erosivos que hoy son visibles en la región, lo que conlleva a un alto costo ecológico y social (Toledo, op. cit.). En el área de estudio se encuentra el Parque Nacional Lagunas de Chacahua (Ramos, 1987), el cual tiene las siguientes características: ecosistemas importantes, áreas de alta diversidad biológica, presencia de flora y fauna endémicas amenazadas o en peligro de extinción, aspectos histórico culturales importantes y aspectos histórico turísticos importantes.

Por otra parte se ha registrado tala inmoderada de la vegetación debido a la alta inmigración de pobladores de La Costa Chica de Guerrero y Oaxaca que al establecerse en la región ejercen una presión sobre los recursos naturales al practicar la ganadería extensiva y la agricultura de temporal (Huerta, 1998). La devastación de los recursos naturales sugiere la necesidad inmediata de realizar

investigaciones que traten la problemática ambiental por medio de metodologías que puedan ser aplicables a todas las regiones del país y a todas las escalas de trabajo, para aportar una base geográfica para estudios de diagnóstico y planeación ambiental, que permitan evaluarlos y conservarlos para las generaciones futuras.

ANTECEDENTES.

Los estudios geomorfológicos del Mesobloque “El Encantado” son muy escasos, solo se encuentran estudios a nivel país que de alguna forma toman en cuenta al área de estudio, las primeras investigaciones geomorfológicas son las realizadas por Raisz (1959, citado en Lugo, 1990), quien elabora el primer mapa de la República Mexicana, del cual se han hecho diversas modificaciones. Lugo y Córdova (1992), hacen una regionalización de la República Mexicana, obteniendo unidades geomorfológicas cartografiadas a escala 1:15,000,000 tomando en cuenta para su realización criterios como el origen, la litología y morfometría (altura relativa).

Zavala (1985), realiza un estudio de la geomorfología fluvial del curso bajo del Río Verde, estudiando la activación de los procesos erosivos y acumulativos durante las inundaciones y sus repercusiones en los usos de suelo de las llanuras fluviales, el delimitó dos unidades geomorfológicas: la llanura fluvial erosiva y la llanura fluvial acumulativa.

Ortiz y Espinoza (1991), hacen una clasificación geomorfológica de las costas de México, a escala 1:6,000,000 utilizando un sistema de clasificación costera, basado en una división natural del paisaje e integrando los factores estáticos y dinámicos en función de su génesis y de los procesos físicos-geográficos dominantes.

CAPITULO 2. MARCO CONCEPTUAL

El paradigma ambiental actual exige el conocimiento de las condiciones ambientales sintéticas del medio ambiente, expresadas en un conjunto de unidades cartográficas básicas o de referencia. De manera genérica se ha llamado a las metodologías distintas de delimitación de tales unidades (y a sus resultados expresados en un territorio específico), como regionalización ambiental o regionalización ecológica. Éstas determinaciones de unidades cartográficas homogéneas bajo distintos criterios de delimitación (geológico-climáticos, geomorfológicos, biogeográficos, hidrológicos, fisiográficos, etc.) se consideran como materia fundamental de análisis y síntesis, lo cual podría servir para subsanar deficiencias metodológicas y para aclarar y formalizar los procedimientos de delimitación de las unidades ambientales a diferentes escalas espaciales, y en territorios de alta heterogeneidad y diversidad ambiental, como lo es nuestro país (López-Blanco y Arellano, inédito).

A continuación se hace una revisión de las diferentes metodologías, que a nivel mundial y nacional se han empleado para realizar la regionalización ambiental del territorio, principalmente aquellas realizadas con fines de planeación ambiental u ordenamiento territorial. Desde el fisiográfico que describe al medio natural a escalas cartográficas de representación pequeña, hasta los que estudian procesos dentro de una unidad donde se requiere una escala de trabajo muy detallada, como son el levantamiento geomorfológico y morfoedafológico. Todos los enfoques parten de la idea de representar de forma sintética, la relación roca-suelo-vegetación como elementos centrales en la definición de homogeneidad de una región.

2.1. EL ENFOQUE FISIOGRÁFICO.

El Sistema de Levantamiento de Tierras del C.S.I.R.O (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia), (en Tricart, 1992; de Bolos, op. cit.; Ortíz y Cuanalo, 1978), Es uno de los primeros sistemas de clasificación territorial, surge después de la Segunda Guerra Mundial, como respuesta para acelerar el reconocimiento y desarrollo, económico de Australia, se originó por las políticas de migración después de dicha guerra; posteriormente se aplicó en algunos países como Nueva Guinea, Nigeria, Sudáfrica, Bostwana, Lesotho y Japón. Su objetivo fue delimitar tipos de terreno, con el uso de fotografía aérea, empleando escalas 1:1,000,000, 1:500,000, y 1:250,000, además de elegir áreas de muestreo y eligiendo transectos para establecer los elementos de terreno. Dicho sistema está constituido por los siguientes niveles jerárquicos:

-Sistema de Tierras, corresponde a las unidades de mayor extensión que conforman el nivel jerárquico de clasificación más alto, y su correspondiente son las llamadas regiones naturales, su determinación obedece a características climáticas, paleoclimáticas, litológicas e historia geomorfológica, ejemplos: una planicie costera con islas de barrera, lagunas, deltas pequeños, y líneas de costa relictas.

-Unidad de Tierras, se entienden como subdivisiones de los sistemas de terreno, son más homogéneas y de recurrencia repetida, pueden ser pequeñas y cartografiadas individualmente, ejemplo: valles que cortan una mesa o cerros testigo.

-Facetas de Tierras, es el nivel taxonómico más bajo, no tienen que ser estrictamente definidas, son homogéneas desde el punto de vista del relieve, suelo y vegetación, corresponden a los elementos del relieve como cornisas, conos de deyección.

Los resultados de este enfoque son presentados en dos tipos de documentos complementarios:

- a) En un texto que describe los elementos esenciales de las áreas estudiadas, con diagramas bloque que muestran el tipo de relieve, además de estructuras geológicas o formaciones superficiales y ocasionalmente la distribución de vegetación y suelos.
- b) En forma de mapa de las unidades naturales seleccionadas y definidas en el texto. Una cierta evolución del trabajo es observada en el transcurso del tiempo. En un principio solo el mapa de los sistemas de terreno era presentado; después por separado los mapas de suelos, vegetación y ocasionalmente de distribución de precipitación.

Es característico de este enfoque la carencia de un criterio satisfactorio para la integración, este enfoque fue aplicado subjetivamente, pues los especialistas que realizaron los mapas, los obtuvieron en conformidad con sus necesidades, omitiendo las necesidades de otros, por lo que es opuesto a la integración, lo cual es su principal limitante (Tricart, op. cit.).

2.2. EI ENFOQUE PAISAJÍSTICO.

Esta corriente metodológica fue desarrollada en el Este y Centro de Europa a mediados del siglo XX, el término paisaje proviene de la traducción de la palabra alemana *landschaft*, cuyo significado es la suma de las localidades observadas desde un punto alto, y que representa la asociación de localidades situadas entre montañas cercanas, bosques, y otras partes significativas de la Tierra. Toma su acepción cercana a la de complejo natural a finales del siglo XIX (Mateo-Rodríguez, 1984). Se considera una continuación de las aportaciones de los naturistas del siglo antepasado y los conceptos teóricos contemporáneos. El concepto de paisaje se define como una región natural que es caracterizada por

una asociación de características como son: relieve, clima, vegetación y suelos (Tricart, op. cit.), para Zonneveld (1979 en Forman y Godron, 1986), es una parte del espacio sobre la superficie terrestre, consistiendo de un sistema complejo; formado por la actividad de la roca, agua, aire, plantas, animales y hombres, por lo cual es una entidad reconocible. Forman (op. cit.), define al paisaje como una extensión de terreno heterogéneo, compuesto de grupos de ecosistemas interactuantes. Entre las principales corrientes pueden mencionarse a:

2.2.1. *La Escuela Alemana* (en de Bolós *et al.*, 1992), es en Alemania donde surgen las primeras ideas acerca del paisaje desde el punto de vista científico; el inicio de su conceptualización se origina en el siglo XIX por Alexander Von Humboldt, en el presente siglo. Su discípulo Richthofen, conceptualiza al paisaje como la unión de varias esferas: la litosfera, atmósfera, hidrosfera y biosfera. Para Passarge (1914; en Martínez de Pisón, 1998); la división del paisaje no debe ser estrictamente climática, sino se debe acudir a una división geográfica; para dicho autor, es la morfología de las grandes zonas de paisaje y no las de las zonas climáticas las que deben ser consideradas.

Posteriormente, Troll, Incorpora al concepto de paisaje las aportaciones teóricas de la ecología, definió el ecotopo como la extensión del concepto biotopo, (es un término para designar pequeños espacios de un paisaje geográfico; Troll, 1950) y que considera a la totalidad de los elementos geográficos, especialmente los abióticos, diseñando el futuro concepto de geosistema, años más adelante, retomado por los soviéticos e iniciando el concepto de Geoecología o Ecología del Paisaje; que consiste en análisis funcional del contenido paisajístico, en la resolución de múltiples y recíprocas relaciones existentes en un fragmento de superficie terrestre (en de Bolós, op.cit.), define a la ecología del paisaje como el estudio de las relaciones físico biológicas que determinan las diferentes unidades espaciales de una región, estas relaciones tienen que ser verticales dentro de una unidad espacial, pero horizontales entre dichas unidades (Toll, 1950, 1968, 1971, en Forman y Godron op. cit.). Los últimos planteamientos de esta escuela son dirigidos a los estudios a gran escala y a su cartografía para lo que se requiere:

- Una clasificación cuidadosa de las unidades de paisaje.
- Una clara tendencia a la aplicación del paisaje mediante su estudio, por ejemplo la gestión del paisaje a varias escalas.
- El diagnóstico de los problemas de fragilidad, evaluación y potencialidad del paisaje.
- De la problemática referente a los sistemas de información y bases de datos.

2.2.2. La Escuela Soviética (en de Bolós, op. cit.), el estudio de la ciencia del paisaje es iniciado a finales del siglo XIX con el nombre de Geografía Física Compleja su origen proviene de los conceptos desarrollados en la ex- República Democrática Alemana y de las aportaciones de la edafología científica aportada por Dukuchaev (1848-1903). En este enfoque, se define un complejo natural considerando que el globo terráqueo está formado por elementos o cuerpos individuales que actúan en calidad de componentes. Con base a lo anterior, se llega a dos conclusiones:

- a) Los elementos naturales están irregularmente distribuidos en la superficie terrestre.
- b) Los elementos naturales están relacionados entre sí.

Sochava (1963 en de Bolós op. cit.) en su conceptualización de geosistema, incluye a todos los elementos del paisaje; como un modelo global territorial y dinámico aplicable a cualquier paisaje concreto. Destaca la atención por el estudio de las pequeñas unidades naturales; y realiza una clasificación de tipos de geosistemas en relación con las siguientes jerarquías espaciales:

- a) Geosistema global o terrestre.
- b) Geosistema global de gran extensión (pequeña escala).
- c) Geosistema topológico a nivel reducido (gran escala).

A partir de 1970 al estudio de los geosistemas se les denomina geotopología; donde la unidad fisiográfica mayor es la epigeosfera, que corresponde a la envoltura total de la tierra; sus sectores naturales territoriales corresponden a geosistemas de rangos y tipos diferentes, que forman sus distintos niveles de diferenciación, a partir de aquí se le denomina paisaje a la unidad de base.

La noción de facies va unida a la unidad más elemental y pequeña en extensión del paisaje. Los geosistemas representan la esfera de interacción entre los cuerpos minerales, materia biogénica y organismos vivos, los conceptos fundamentales son aquellos del ambiente geográfico: la biosfera y sus subdivisiones en varios niveles taxonómicos (Sochava, 1972).

La cartografía para Sochava (en de Bolós op, cit.), constituye una base para cualquier ciencia del paisaje y del geosistema. La cartografía de las unidades de paisaje fue un problema característico para lo cual se realizaron estudios acerca de los límites de dichas unidades para tratar dicho problema aparecen varias etapas metodológicas:

- Método de recubrimiento (cartografía analítica de los distintos elementos).

- Método inductivo, partiendo de la información aportada por las estaciones de campo, llamadas físico-ecológicas, para poder captar las dimensiones del geosistema.

- Método deductivo, fisonómico denominado también de paisaje; los límites se trazan sobre un documento sintético, generalmente sobre fotografías aéreas al que se añade la aportación de las estaciones.

La terminología y definición de conceptos relacionados para el estudio de paisajes son ambiguos, por que la ciencia de paisaje es desarrollada independientemente en un diverso número de países con diferentes puntos de vista y propósitos (Sochava 1972). Es importante resaltar la utilización de los datos que aportaban las estaciones de campo (fiscogeográficas) pues por medio de estos se trató de captar y entender las dimensiones del geosistema.

2.2.3. La Escuela Francesa. En Francia la palabra paisaje es una expresión geográfica, es un término que se adopta después del alemán *landschaft*, se define como una porción de tierra o espacio que contiene fenómenos visibles e invisibles y acciones en un momento dado, se percibe como un resultado global (Deffontaines, 1982 en Tricart op. cit.).

El paisaje es una unidad fisonómica, en la cual varias combinaciones entre factores presentan cierta homogeneidad; la unidad de paisaje es un nivel común de articulaciones entre fenómenos naturales e intervenciones del hombre.

Para Bertrand (1968) el paisaje es resultado de una interacción dinámica de elementos físicos, biológicos y antrópicos sobre una cierta porción del espacio; dicha interacción hace del paisaje un conjunto inestable y en continua evolución. El sistema taxonómico debe clasificar jerárquicamente y definir a los paisajes en función de su escala espacio-temporal.

El primer plano, en un mismo sistema taxonómico, lo ocupan los elementos climáticos y estructurales, en las unidades superiores y los elementos biogeográficos y antrópicos, en las unidades inferiores.

El sistema de clasificación propuesto por Bertrand (op. cit) consiste de seis niveles jerárquicos espacio-temporales, en orden descendente, de las unidades más extensas a las de menor extensión: la zona, el dominio, la región, el geosistema, la geofacies y el geotopo; la metodología francesa se centra en el estudio de los tres últimos. Distingue tres órdenes sucesivos de unidades de paisaje: el ambiente físico, el ecosistema y la intervención humana. Las Unidades de paisaje son organizadas en unidades jerárquicas:

-La Zona, es la unidad de mayor extensión en que se puede dividir el paisaje, su dimensión es de millones de km² y corresponde a las grandes zonas climáticas de la Tierra (Muñoz, 1998).

-El Dominio, es la división de una zona, su extensión es de cientos de miles a decenas de miles de km² se distingue por las condiciones macroclimáticas propias, combinadas con sus características morfoestructurales (Muñoz, op. cit).

-La Región Natural, es la división de un dominio, su extensión puede ser de decenas o de algunos miles de km² en este nivel, la interacción de las características geomorfológicas e hidrológicas, la vegetación y el uso que le da el hombre, son los factores que la definen (Bertrand 1970 en Tricart, 1992).

-El Geosistema, es una unidad cuya extensión puede ser de solo algunos cientos de km² es un complejo dinámico en un espacio-tiempo relativamente breve, está compuesto por paisajes diferentes, es resultado de la combinación de factores geomorfológicos e hidrológicos los cuales definen su potencial ecológico abiótico y su aprovechamiento biológico que depende del tipo de vegetación que a nivel regional se presenta; por ejemplo una zona montañosa que corresponde a una zona climática altitudinal, uniforme topográfica y litológicamente; en el interior de esta unidad pueden existir diferentes geofacies (Bertrand, 1968).

-Las Geofacies, son unidades que corresponden a un sector fisonómicamente homogéneo del geosistema, son paisajes que se relacionan entre sí, y que tienen una extensión de cientos o miles de metros cuadrados, por ejemplo una vertiente o un valle pequeño, siempre que se encuentre ocupado por una asociación homogénea de vegetación. Desde el punto de vista litológico y pedológico son unidades heterogéneas, al igual que el geosistema poseen un potencial ecológico y una explotación biológica (Bertrand, 1970 en Tricart, 1992; Bertrand 1968).

-El Geotopo, es la unidad geográfica homogénea más pequeña directamente reconocible sobre el terreno, su extensión es de pocos metros cuadrados, corresponde aproximadamente para el espacio ocupado por un microclima (en el sentido que los ecólogos dan a este concepto), a un nicho ecológico o a una forma de micromodelado (Bertrand, 1968).

2.2.4. Escuela Estadunidense. Para Forman y Godron (1986), desde el punto de vista ecológico, el paisaje tiene tres características importantes: todos los

sitios del paisaje están bajo la influencia de un mismo clima, todos los puntos en el paisaje tienen una geomorfología similar; por último, sitios de regímenes de disturbio o perturbación que se encuentran a través del paisaje; su desarrollo u operación es resultado de tres mecanismos que operan dentro de sus límites: procesos geomorfológicos específicos que toman lugar a través de un largo periodo de tiempo, patrones de localización de organismos y perturbación local de ecosistemas individuales en un periodo corto de tiempo.

La ecología del paisaje se basa en tres características del mismo:

- La estructura, que son las relaciones espaciales de ecosistemas y/o los elementos presentes.
- La Función, que son las interacciones de elementos espaciales (flujos de energía, materiales y especies que componen el ecosistema).
- El Cambio, que es la alteración en la estructura y función del mosaico ecológico.

Niveles Jerárquicos, Forman y Godron proponen niveles de clasificación en orden jerárquico descendente:

Zonas Climáticas, son las unidades espaciales en el más alto nivel, por ejemplo la Zona Climática Mediterránea.

Regiones Climáticas, se encuentran dentro de cada una de las zonas climáticas mayores, los datos colectados por las estaciones meteorológicas y el uso de métodos estadísticos, son útiles para distinguir estas unidades con características climáticas distintivas.

Zonas de Vegetación, son comunidades de plantas, delimitadas por los niveles altitudinales de vegetación o unidades bioclimáticas, las zonas de vegetación son paisajes simples que dan características al mismo, esto es que un grupo de ecosistemas se presentan repetidamente en forma similar a través de kilómetros de extensión.

Áreas de Influencia Humana, es el quinto nivel jerárquico, las actividades humanas se realizan y difieren entre distintos tipos de climas y geomorfología, el ejemplo más común es la presencia de paisajes urbanos o suburbanos, dentro de una unidad geomorfológica.

2.3. EI ENFOQUE MORFOEDAFOLÓGICO.

Esta metodología fue desarrollada en Francia en el año de 1972 por el Servicio de Suelos del Instituto de Investigaciones en agronomía Tropical (IRAT), en colaboración con el Centro de Geografía Aplicada de Estrasburgo, es un método cuya cartografía resultante es de tipo sintético del medio natural. Su objetivo es el manejo y el mejoramiento de tierras para proyectos de desarrollo agropecuarios y rurales, por medio de un trabajo multidisciplinario; su principio básico es el balance morfogénesis-pedogénesis. Consta de cuatro fases:

- a) Conocimiento o fase inicial de análisis.
- b) Diagnóstico o evaluación.
- c) Búsqueda de soluciones.
- d) Aplicación de soluciones.

Se utilizan tres niveles jerárquicos de clasificación, de las escalas pequeñas a las detalladas (Geissert y Rossignol, 1987):

- La Región, es una porción del territorio con características que dan homogeneidad a la región, solo intervienen componentes mayores (clima, geología, geomorfología estructural, vegetación, morfogénesis, pedogénesis, estabilidad, inestabilidad y penestabilidad del medio). Se representan en escalas de 1:500,000 a 1:100,000.

- El Paisaje, es un territorio compuesto por varios tipos de medios, se representa a escalas de 1:50,000 a 1:20,000 y 1:10,000; las unidades

morfoedafológicas corresponden a un conjunto de formas o a una forma simple si es que su área es cartografiable, los componentes que intervienen en este nivel son los materiales, modelado, morfogénesis, pedogénesis, red hidrológica y vegetación. Es útil para propuestas de mejoramiento y conservación de suelos en función de los sistemas de cultivos.

- La Parcela, es una porción del paisaje, que es cartografiada primeramente a una escala menos detallada, puede ser representada a escalas entre 1:10,000 a 1:1,000. Los componentes que se toman en cuenta son la litología, las características de los suelos y los procesos morfodinámicos. En este nivel se plantean soluciones para el desarrollo agrícola, mejoramiento de suelos y de las técnicas de cultivo.

2.4. EI ENFOQUE GEOPEDOLÓGICO.

Es una metodología desarrollada en el ITC de Holanda por Zinck (1988/1989), plantea una de las clasificaciones más completas y detalladas del relieve que se han realizado, está basada en un sistema jerárquico espacial multicategorico. Es utilizada como auxiliar en el levantamiento de suelos; reconoce seis órdenes jerárquicos de clasificación, partiendo de la percepción o de la identificación superficial de los rasgos del ambiente, la superficie terrestre puede ser subdividida con base en el nivel de percepción utilizado por el hombre. Utiliza términos de clasificación de suelos como: Orden, Sub-orden, Familia, Subfamilia; ésta terminología es usada para las diferentes jerarquías, y el término taxa o elemento del relieve para indicar y definir con precisión cada una de las unidades del relieve, contempladas en cada orden jerárquico.

Los niveles propuestos son:

- Geoestructura. Corresponde a la categoría de orden mayor, se representa a la escala 1:1,000,000 y se define como una porción continental caracterizada por una estructura geológica específica (edad y naturaleza de las rocas, estilo tectónico) así como sus relaciones con las placas tectónicas.

Taxa o unidades mayores que la constituyen:

- Cordillera, es un sistema de montañas jóvenes que incluyen planicies y valles, los cuales pueden estar fuertemente plegados y afallados por orogénias relativamente recientes.

- Escudo, es un bloque continental que puede ser relativamente estable a través de un gran periodo de tiempo y que son afectados por movimientos tectónicos débiles, en contraste con las cordilleras en su mayor parte compuestas por rocas precámbricas.

- Geosinclinal, es una unidad extensa, generalmente lineal que ha sufrido subsidencia durante un largo periodo de tiempo, durante el cual una gruesa sucesión de sedimentos estratificados y posiblemente rocas volcánicas fueron acumuladas. Los geosinclinales son transformados dentro de una cordillera por orogénesis y plegamientos.

- Ambiente Morfogénético. Se clasifica como una unidad de jerarquía de sub-orden, usada en estudios cuyos resultados se presentan en escala 1:500,000, se define como un amplio tipo del medio biofísico, originado y controlado por un estilo geodinámico interno y externo o por combinación de ambos.

Taxa o ambientes incluidos.

- Ambiente Estructural, está controlado por una geodinámica interna por medio de la inclinación, plegamiento, buzamiento y afallamiento de las rocas.

- Ambiente de Depósito, controlado por deposición detrítica, solubilidad y materiales biogénicos acarreados por agua, viento o hielo.

- Ambiente Erosivo o Denudacional, controlado por procesos de disección y movimiento de materiales transportados por agua, viento o hielo.

- Ambiente de Disolución, controlado por procesos de disolución de la roca, generando erosión química (karst o pseudo-karst).

- Ambiente Residual, definido por la presencia de características de relieve "relictos" (inselbergs o cerros testigo).

- Ambientes Mixtos, cuando se combinan dos o más de los puntos mencionados anteriormente, ejemplo: un ambiente estructural afectado por disección.

- Paisaje Geomorfológico, es una porción del terreno que se caracteriza por una repetición de relieves similares (por ejemplo, una planicie aluvial) o una asociación de relieves disimilares (por ejemplo, un valle), se clasifica como una unidad con jerarquía de grupo, se usa para estudios cuyos resultados se presentan a escala 1:250,000

Taxa o geoformas incluidas:

- Valle, es una depresión plana del terreno, estrecha, alargada, intercalada entre zonas del relieve con cierta altura (piedemontes, mesetas, lomeríos o montañas).

- Planicie, es una superficie del terreno caracterizada por una altura relativa poco significativa (generalmente de 1 a 10 m de diferencia de altitud), pendientes de menos de 3°, pueden ser denudatorias o acumulativas.

- Altiplanicie, es una porción extensa del terreno, que presenta cadenas montañosas, montañas aisladas, planicies elevadas, cuencas, mesas y valles que yacen sobre un zócalo elevado y masivo.

- Meseta, área plana del terreno en la parte superior de una elevación, comunmente limitada hacia las laderas por un escarpe.

- Piedemonte, superficie inclinada marginal al relieve montañoso; posee una pendiente y altura considerablemente menores. Son unidades heterogéneas y pueden incluir: lomeríos compuestos por un substrato precuaternario, planicies compuestas por material detrítico cuaternario transportado por torrentes de las tierras altas que se encuentran en los alrededores.

- Lomeríos, es una porción del terreno alargada con elevaciones de poca altitud, caracterizada por una desigual altura de cimas, separados por la red hidrológica con una moderada densidad.

- Sierra, es una porción del terreno, con elevaciones con una gran altitud, profundamente disectada, se caracteriza por una gran altura y por una importante disección interna, generando relieves de alta energía entre las áreas montañosas y los valles intermontanos.

- Relieve Modelado. Se clasifica como unidad jerárquica de sub-grupo, se representa a escala 1:50,000; se define a partir de una conceptualización de los términos que la constituyen, tomados de la literatura geomorfológica francesa:

- Relieve. Geoforma determinada por una combinación dada de estructura geológica y topográfica.

- Modelado. Determinado por las condiciones morfoclimáticas, específicas o procesos morfogenéticos.

- Litología/facies. Para su delimitación es necesario cartografiar los muestreos en campo, se representa a escala 1:50,000; se refiere a la naturaleza petrográfica de la roca madre y a las facies de las formaciones superficiales blandas.

Taxa o tipos de rocas:

- Clases de rocas: ígneas, sedimentarias y metamórficas.

- Forma del relieve: Se representa a escalas grandes (1:25,000), se le considera como un concepto genérico para el nivel menor del sistema jerárquico propuesto. Se define como la unidad geomórfica elemental, que puede ser subdividida solo por medio de fases, es un tipo de geoforma básica, caracterizada por una combinación única de: geometría, dinámica e historia.

Taxa o tipos de relieve: se definen con bases en morfología, origen y edad.

2.5. EI ENFOQUE GEOMORFOLÓGICO.

En años recientes los estudios geomorfológicos han tenido una gran importancia para el estudio del paisaje, ya que cuenta con metodologías y bases teóricas ampliamente desarrolladas que permiten delimitar unidades espaciales por medio de un levantamiento geomorfológico analítico. Entre los principales autores que proponen la aplicación de la cartografía geomorfológica para obtener unidades cartográficas sintéticas, se encuentran:

2.5.1. El Levantamiento Geomorfológico (Van Zuidam y Van Zuidam-Cancelado 1979), proponen unidades de terreno siguiendo una aproximación similar al C.S.I.R.O., y reconociendo las unidades de elemento, unidad, sistema y provincia; los cuáles pueden enfatizar diferentes aspectos de la geomorfología o su uso potencial para lo cual se deben seguir:

Un Levantamiento de Reconocimiento; mapeo en escala pequeña, menor a 1:100,000, requiere de verificación en campo en zonas clave, la información se debe de extrapolar, y de generalizar.

- Levantamiento a Semidetalle: mapeo de escalas medias a pequeñas, 1:100,000 a 1:250,000, se realiza mayor verificación en campo, menor extrapolación y generalización de información.

- Levantamiento Detallado: mapeo a escalas grandes y medianas, generalmente mayores a 1:250,000, se requiere de intensa verificación en campo con poca extrapolación.

2.5.2. Unidades del Mapeo del Terreno (Meijerink, 1988). Es un método para la adquisición y almacenamiento de datos del terreno, puede ser complementado y actualizado por el usuario, según sus necesidades y aplicable a todas las escalas para obtener Unidades de Mapeo de Terreno (UMT), basadas en los límites geomorfológicos. Las UMT agrupan asociaciones naturales de geología, geomorfología, morfometría y distribuciones de tipos de suelo.

Para la obtención de las UMT se deben utilizar fotografías aéreas o imágenes de satélite, verificación en campo y mapas temáticos existentes de buena calidad; la información es almacenada y manejada en un Sistema de Información Geográfica (SIG ILWIS), el método está basado en el levantamiento geomorfológico del ITC.

Se reconocen cuatro niveles jerárquicos, en orden de escala descendente:

- UMT, solo para reconocimiento general, la entrada de datos es de mapas o imágenes aeroespaciales de escala 1:100,000 a 1:250,000.

- Sub-unidades, para estudio que requieren datos más detallados a escala 1:50,000 a 1:150,000.

- Elementos de catena y elementos de sub-unidades de escalas 1:25,000 a 1:50,000.

- Áreas de muestreo, en sitios específicos, a escala detalladas mayores a 1:25,000.

Las unidades son primeramente reconocidas y delineadas en modelos estereoscópicos acorde con las divisiones naturales del terreno, bajo uno o más de los siguientes criterios:

-El origen geomorfológico. Por ejemplo una unidad de origen fluvial (planicie fluvial), una unidad de origen volcánico (mesa de lava).

-Origen Específico. Es una clasificación de final abierto (cierto origen dentro del origen principal) por ejemplo volcánico, una mesa de lava es distinta de un estrato-volcán.

-Litología. En algunos casos los límites de las UMT, ocasionalmente coinciden con los contactos litológicos (cuando la cartografía geológica está elaborada con suficiente detalle).

-Morfometría. Las unidades tienen características morfométricas propias, como: relieve interno o amplitud del relieve, densidad y tipo de valles, formas de ladera y tipo de pendiente.

-Sub-unidades y catenas. Una unidad está constituida de sub-unidades y puede tener una secuencia específica de facetas de ladera y cambios asociados en clases de suelo (catena), además de erosión y procesos hidrológicos. Esta información es almacenada en la base de datos, pero las sub-unidades y las catenas no son cartografiadas, solo en sitios de muestreo.

-Áreas de muestreo. En sitios selectivos y específicos, donde sea conveniente.

Para un criterio de clasificación de las UMT se debe considerar que:

-Las asociaciones litológicas de las UMTs, dependen del origen principal (denudacional, estructural, kárstico), en algunas categorías del origen principal, la litología-geología es el factor dominante de las formas de relieve, con excepción

de las unidades denudacionales asociadas con planación. En otras categorías la litología depende de más de un origen (eólico, marino, fluvial).

-Los límites de las UMT, pueden coincidir con los límites de las unidades litológicas más homogéneas, puede haber más de una UMT dentro de una unidad litológica.

-Dentro de una UMT, pueden existir una o más sub-unidades.

-Una sub-unidad, puede tener solo una o ninguna catena.

Criterios de clasificación, para la jerarquización de UMT en orden descendente de escalas pequeñas a grandes:

-Determinantes primarios. La secuencia general es: Origen, Litología, Origen específico y Morfometría.

-Determinantes secundarios, no existe secuencia general, sub-unidades, unidades de suelo, catenas y propiedades de ladera.

-Determinantes terciarios, no existe secuencia: aspectos relacionados con procesos, riesgos naturales y propiedades seleccionadas.

Las ventajas de este método es la flexibilidad para el usuario, además de su complementación de acuerdo a sus necesidades y a la escala que se crea conveniente.

2.5.3. El Sistema ITC para Levantamientos Geomorfológicos (Verstappen y Van Zuidam, 1991), proponen un método aplicable a todas las escalas de mapeo, por el cual se obtienen Unidades de Mapeo de Terreno (UMT), el método está basado en la clasificación génética y en el análisis de sistema de terreno, hay tres niveles de datos de levantamientos: general, medio (sub-unidades) y detallado (catenas), estos pueden hacerse equivalentes a las unidades geomorfológicas sintéticas: sistema de terreno, unidades de terreno y componentes de terreno,

para facilitar el manejo de información, este debe hacerse con un SIG, para poder ser complementado con información de uso de suelo y vegetación, datos hidrológicos, etc., además de que se debe incluir el uso de modelos digitales de terreno. En el contexto de este método existen tres tipos de levantamientos geomorfológicos:

Los levantamientos analíticos y sintéticos, son complementarios, el levantamiento analítico proporciona unidades de mapeo y la información geomorfológica detallada. El levantamiento sintético, aporta el contexto ambiental y las relaciones ecológicas de paisaje. El levantamiento pragmático es el realizado para un objetivo específico.

Los tres tipos de levantamientos antes mencionados dan origen a tres tipos de mapas:

-Los geomorfológicos analíticos, proporcionan información sobre formas del relieve y procesos, incluyendo datos sobre morfología y morfoestructuras.

-Los geomorfológicos sintéticos, son el producto de estudios vinculados a las relaciones ambientales entre la expresión del terreno y los factores del paisaje, como el clima, relieve, litología, suelos, hidrología y vegetación. Este mapa se realiza en el contexto de una síntesis del paisaje para el uso de levantamientos multidisciplinarios del terreno.

-Los geomorfológicos pragmáticos, son el resultado de las investigaciones geomorfológicas guiadas por un proceso específico, en el contexto de un proyecto de planificación de desarrollo, el contenido del mapa y la leyenda son diseñados usando datos analíticos y sintéticos.

Cuatro aspectos importantes del método del ITC se deben considerar:

- La información morfogenética contenida en los mapas analíticos es la base del sistema. Aquí radica la contribución geomorfológica esencial a los levantamientos multidisciplinarios para el desarrollo.

- Las grandes unidades morfogenéticas, identificadas gracias a los levantamientos geomorfológicos sintéticos coinciden normalmente con las unidades de terreno de los levantamientos geomorfológicos analíticos y con las unidades de los levantamientos geomorfológicos pragmáticos.

- Generalmente se utilizan símbolos areales coloreados, pero para simplificar la producción del mapa, la información esencial debe ser representada mediante símbolos lineales con el menor número de colores posible.

- El sistema está concebido para aplicarse en el mapeo a todas las escalas. La generalización conceptual puede llevar a resaltar las grandes estructuras en los mapas de pequeña y mediana escalas, mientras que los procesos y las formas menores del terreno se destacan en mapas detallados.

El Sistema ITC de análisis de terreno reconoce cuatro niveles de unidades de terreno, de acuerdo con la escala y el tipo de levantamiento:

- Componentes de Terreno. Generalmente se representan a escala 1:10,000 o mayor; son las unidades de menor extensión, en donde el relieve es el criterio de clasificación más importante, son unidades muy homogéneas en cuanto a forma del relieve, litología, suelo, condición hidrológica, vegetación y procesos.

- Unidades de Terreno. Se representan de escala 1:10,000 a 1:100,000 se refieren a una forma del relieve (morfogenética) o a un complejo homogéneo de estas, se relacionan con una característica particular o con un patrón de componentes del terreno.

- Sistemas de Terreno. Son las unidades más apropiadas para ser usadas como unidades de mapeo de terreno a escala mediana (1:250,000), se refieren a una unidad de paisaje o al desarrollo característico del relieve en un ambiente ecológico específico, determinado por la génesis, litología y el clima.

- Provincias de Terreno. Son unidades mayores, en donde se combinan las asociaciones y complejos de los sistemas y unidades de terreno. Se diferencian con base en los criterios de:

- Origen principal: morfogénesis.

- Origen Específico: a) como una clasificación de cierto origen dentro del origen principal, b) por litología, c) por Morfometría.

-Se pueden distinguir sub-unidades y perfiles / secuencias del terreno.

Los estudios ambientales realizados en México con base en un levantamiento geomorfológico son escasos, entre los realizados se pueden mencionar a:

López-Blanco y Villers (1995, 1998), ellos delimitaron unidades ambientales para el ordenamiento territorial en Los Cabos, Baja California Sur, con un enfoque geomorfológico y un SIG (basado en la propuesta metodológica del sistema ITC, op. cit.), para la jerarquización taxonómica de las unidades ambientales, tomaron en cuenta los cuatro primeros niveles jerárquicos de la clasificación propuesta por SEDUE (op. cit.), los criterios geomorfológicos utilizados para delimitar los sistemas ecogeográficos fueron en orden de importancia al geomorfológico morfoestructural y el morfogenético; para la delimitación de los paisajes terrestres, se toma al criterio morfogenético principalmente y al morfodinámico; obtuvieron 5 sistemas ecogeográficos y 32 paisajes terrestres.

Bocco *et al.* (1998), proponen el uso de la regionalización geomorfológica a varias escalas, como base para un inventario y manejo de recursos naturales en Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, el enfoque geomorfológico empleado da como resultado unidades geomorfológicas, a las cuales se les debe agregar información sintética con el fin de delimitar unidades ambientales, útiles para obtener unidades productivas o unidades de manejo básicas dentro de un contexto de planeación de la comunidad antes mencionada. Los componentes de las unidades son definidos con las técnicas de observación del terreno, cartografía digital y la verificación selectiva en campo, el enfoque utilizado se basa en el análisis de las formas de terreno, se auxilia en el uso de percepción remota, cartografía automatizada y análisis espacial mediante la utilización de sistemas de información geográfica. El levantamiento geomorfológico empleado se basó en la

interpretación de fotografías aéreas y en el análisis del terreno (Van Zuidam, 1985/86). Las unidades de paisaje geomorfológico y las formas de relieve generalizadas fueron: lomerios, piedemontes, planicies y valles.

2.6 LOS ENFOQUES NACIONALES.

2.6.1. La Metodología del Levantamiento Fisiográfico de la República Mexicana (Ortíz y Cuanalo, 1978, 1984). Tiene su origen en la unificación de criterios de tres grupos de investigación de enfoques fisiográficos: el C.S.I.R.O. (op. cit.), el MEXE-Oxford (Military Engineering Experimental Establishment) originado en Inglaterra, y el NIRR 1960 (National Institute of Road Research) de Sudáfrica. De dicha unificación surgió un sistema de Unidades Jerárquicas, también llamado esquema de Brink (1965), la clasificación propuesta en orden descendente fue: divisiones terrestres, provincias terrestres, regiones terrestres sistema terrestre, facetas y elementos; posteriormente Webster y Becket (1970) realizaron una modificación al esquema de Brink y propusieron como unidades jerárquicas: sistema terrestre, la faceta, el elemento y la variante. Es esta última clasificación la que adoptan Ortiz y Cuanalo (op. cit), para realizar su metodología, definen al levantamiento fisiográfico como una subdivisión del paisaje, es una delimitación de dos unidades jerárquicas a nivel regional:

- Los Sistemas Terrestres, se cartografian a escalas pequeñas (1:250,000 y 1:1,000,000) es una agrupación de patrones recurrentes de grupos homogéneos de facetas, el tamaño de los sistemas terrestres es adecuado para la planeación regional, su principal utilidad es que por medio de estos, se pueden identificar las facetas que lo integran para una planeación más detallada.

- La Faceta, es la unidad básica de clasificación, es definida como una porción de la superficie terrestre con una forma simple, sobre una misma roca o depósito superficial, suelo y régimen de humedad, que son uniformes y que varían en forma simple y consistente. Pueden ser cartografiables en fotografías aéreas escala 1:10,000 a 1:80,000. Se les considera como el área mínima cartografiable en una fotografía aérea a las escalas mencionadas, son útiles para obtener información sobre recursos naturales, aspectos sociales y económicos de un área.

Cuando se requiere de una clasificación detallada se recurre a una subdivisión de dos unidades jerárquicas que se encuentran en una faceta:

- El Elemento, es la unidad más pequeña del terreno, es visible en fotografías aéreas a escala 1:10,000 pero no es cartografiable, por ejemplo una faceta en una meseta puede tener dos elementos: cresta plana y la margen convexa.

- La Variante, para identificarla es necesario realizar trabajo de campo, se emplea para indicar cambios de una faceta que no son visibles sobre la superficie terrestre, por ejemplo diferentes sustratos en una faceta.

Posteriormente bajo los principios de este método, se realizó el Sistema de Clasificación de las Unidades Terrestres para el Levantamiento Fisiográfico de México (Cuanalo *et al.*, 1989) las unidades de clasificación seleccionadas fueron:

- La Provincia Terrestre, que es la unión de formas y otras características superficiales, como estructuras de segundo orden o grandes asociaciones litológicas, se representan a escala 1:5,000,000 a 1:15,000,000.

- La Región Terrestre, se define como la unión de formas y propiedades superficiales de una asociación litológica con una evolución geomorfológica comparable, su escala de representación cartográfica es de 1:1,000,000 a 1:5,000,000.

La cartografía resultante fue presentada en un mapa a escala 1:2,000,000 y se obtuvieron tres unidades jerárquicas: la Provincia y Región Terrestre (explicadas anteriormente) y las Subregiones Terrestres, las cuales son las unidades básicas de clasificación y se definen como las diferentes áreas geográficas en donde se presenta una misma región terrestre, su escala de representación es la misma que para las regiones. Con base en lo anterior los

autores realizan un mapa que muestra 16 provincias terrestres, 100 regiones y 234 subregiones.

2.6.2. El Sistema Fisiográfico de INEGI (Quiñones, 1987). Es una metodología cualitativa, con una jerarquización del territorio similar a la planteada por Ortiz y Cuanalo (op. cit), toma en cuenta las características geológicas, topográficas y geométricas del territorio; se basa en la conceptualización de dos unidades básicas de clasificación:

- El elemento topográfico, es una superficie terrestre que presenta características topográficas homogéneas (geometría plana, cóncava, convexa y cambios de pendiente).

- La Topoforma, es una geoforma que se caracteriza por sus elementos topográficos, morfológicamente se puede reducir en un número reducido de los mismos.

El sistema de clasificación presenta cinco niveles jerárquicos:

- La Provincia Fisiográfica, es una región extensa del territorio que presenta un origen geológico regional común y que es homogénea en lo que respecta a sus características físicas: morfología, litología (aunque por tratarse de un área extensa, la litología que presenta puede ser diversa pero con un origen común a la provincia), por variación morfológica se divide en subprovincias.

- La Subprovincia Fisiográfica, tiene las mismas características que la provincia, pero su extensión es menor, se distingue por su frecuencia, magnitud, morfología o por presentar geoformas particulares al resto de la provincia.

- La Discontinuidad Fisiográfica, es un área comprendida en una subprovincia, posee un origen, morfología y litología propios, por su extensión se divide en sistemas de topoformas.

- Los Sistemas de Topoformas, es un área que presenta un conjunto de topoformas con algún patrón estructural ó degradativo, presenta mayor homogeneidad, pueden tener un origen común.

- Las Inclusiones, son un conjunto de topoformas o unidades individuales que se distinguen por que su origen, morfología y litología, no se relacionan con la unidad a la que pertenecen.

2.6.3. La Metodología del Ordenamiento Ecológico del Territorio (SEDUE, 1988), realizó una regionalización ecológica, por medio de la cual se obtienen unidades ambientales descriptivas, con una clasificación jerárquica similar a la realizada por el método de Ortiz y Cuanalo (op. cit.). La metodología del ordenamiento se basa en la cartografía fisiográfica elaborada por INEGI (1987), además de distintas fuentes de información cartográfica temática de acuerdo en el nivel de clasificación que se trate.

Se obtienen cinco niveles jerárquicos de clasificación del territorio nacional:

- La Zona, se representa cartográficamente a escala 1:5,000,000 a 1:2,000,000 se definió basándose en la correspondencia entre grandes zonas climáticas del país y las estructuras geológicas mayores, en este nivel tambien se consideró a las regiones biogeográficas y a los procesos edáficos de orden natural, se definieron cuatro grandes zonas: Trópico Seco, Trópico Húmedo, Zona Templada y Zona Arida.

- La Provincia Ecológica, se representa a escalas 1:1,000,000 a 1:100,000 se delimita a partir de criterios fisiográficos en áreas definidas por el clima, las unidades poseen patrones geomorfológicos específicos dentro de las grandes estructuras geológico-orográficas, representadas por llanuras costeras, altiplanicies y sierras madres; se delimitaron un total de 87 provincias para todo el país.

- El Sistema Terrestre, se representa cartográficamente a escalas 1:500,000 a 1:50,000 son formas del relieve homogéneas en su evolución, génesis y modelado, este nivel jerárquico está constituido por elementos del paisaje: sierras, lomerios, mesetas, llanuras, valles, playas o barras.

- El Paisaje Terrestre, se representa a escalas 1:100,000 a 1:20,000 es la unidad más simple y homogénea, es un patrón específico de topoformas en donde el criterio edáfico se suma al clima y a la geomorfología para su delimitación.

- La Unidad Natural, se cartografía a escalas 1:50,000 a 1:5,000 es una geoforma individual, como un lomerío, volcán, río, valle intermontano; cuya homogeneidad está determinada por su geología, hidrología, vegetación, edafología y topografía, posee características morfológicas propias por lo que se distingue de las geoformas adyacentes o puede constituir un elemento de una geoforma extensa y compleja. Su asociación con otras formas similares o de origen común, conforma un paisaje, y dentro de este puede delimitarse por un cambio de pendiente, altura, etc.

En conclusión el enfoque geomorfológico tiene la característica de poder aplicarse a todas las escalas de trabajo, también cuenta con criterios claros para delimitar unidades cartográficas; es esta última la ventaja principal sobre los otros enfoques, algunos de ellos son ambiguos como el paisajístico porque no muestran claramente un método en lo que se refiere a la cartografía de las unidades jerárquicas; otros enfoques sólo se aplican a escalas espaciales pequeñas, como el fisiográfico; por lo que pueden llegar a ser limitados, pues no resuelven las necesidades de las investigaciones cuyo fin es llegar al ordenamiento territorial.

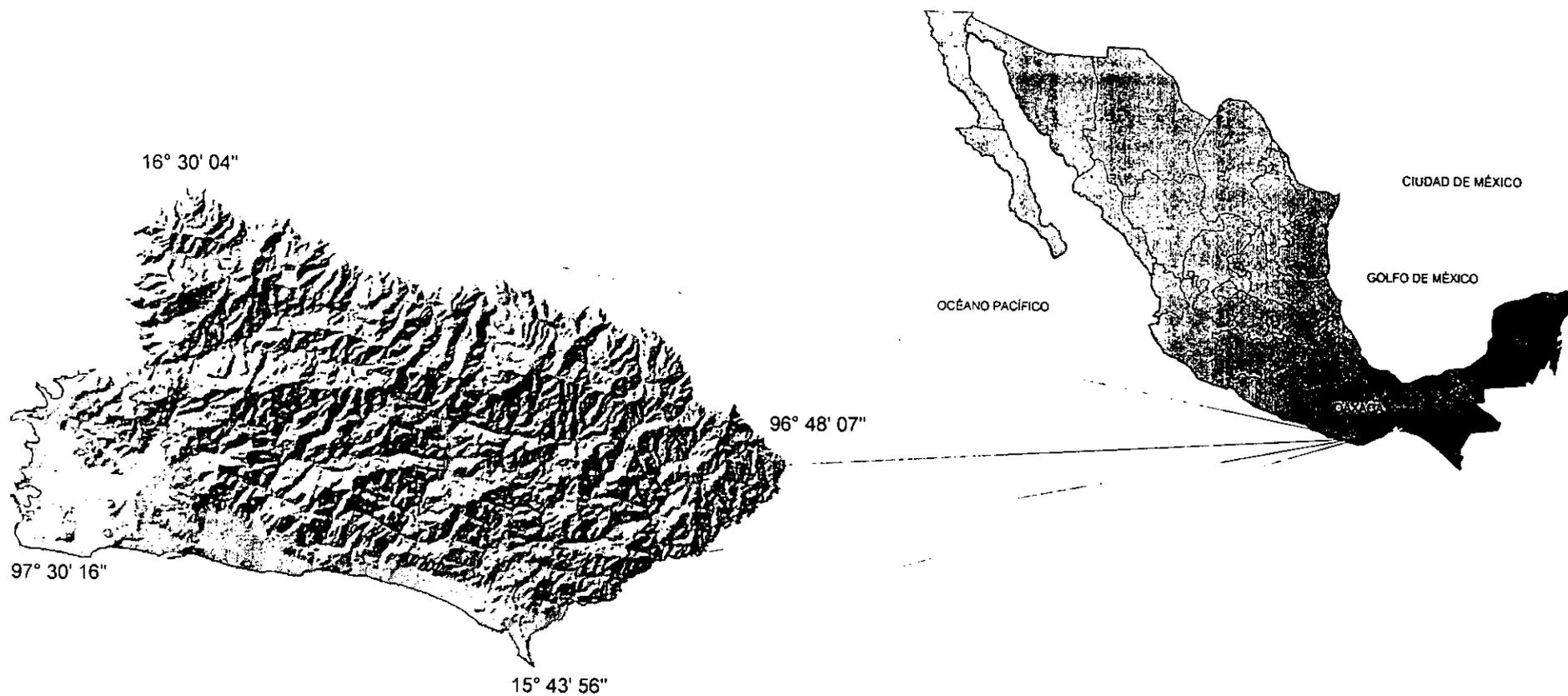
CAPITULO 3. MARCO GEOGRAFICO

3.1. Localización. El área de estudio ha sido delimitada y nombrada por primera vez para la presente tesis, con base en criterios morfotectónicos como El Mesobloque "El Encantado" (ver método), se localiza el Estado de Oaxaca, entre las coordenadas extremas 16° 30' 04", 15° 43' 56" de latitud Norte y 97° 30' 16", 96° 48' 07" de longitud oeste (Fig. 1), corresponde a la categoría de mesorelieve, ya que tiene una extensión de 5,167.61 km². Se encuentra delimitado al norte por un lineamiento regional paralelo a la costa del Océano Pacífico, al este y oeste por dos linamientos transversales. Se enmarca en las subprovincias fisiográficas: Flancos y Cuestas del Sur, Tierras Altas de Oaxaca y Planicie Costera del Sur Sierra Madre del Sur y en la Planicie Costera del Pacífico, comprendidas en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur (Raisz, 1964 citado en INEGI, 1989).

3.2. CLIMA.

La región del mesobloque tiene dos tipos de climas (CETENAL-UNAM, 1970): Aw1"(w)ig en el área costera, este clima se define como el intermedio de los cálidos sub-húmedos con régimen de lluvias en verano, con promedio anual de temperatura de 22.3°C y una oscilación térmica de 5.2°C; en áreas de mayor altitud, se presenta el clima A(C)m(w)"ig, semicálido; se define como el más fresco de los climas del grupo A, tiene régimen de lluvias en verano, promedio anual de temperatura de entre 18° y 22°C, ambos climas tienen efecto Ganges (García de Miranda, 1987). Los intervalos de precipitación y de temperatura fueron obtenidos con base en los mapas de SPP-INEGI (1984), para los períodos noviembre-abril y mayo-octubre.

Figura 1. Localización del Mesobloque "El Encantado"



3.3. EDAFOLOGÍA.

Los suelos que se presentan en el área de estudio (Fig. 2) son (BC/1) Cambisol Crómico de clase textural gruesa en las márgenes de la planicie aluvial del río Colotepec y en las cercanías de Puerto Escondido; (Hh/2) Feozem Háplico de clase textural media en las planicies aluviales de los ríos Colotepec, Manialtepec; (Hh/3) Feozem Háplico de clase textural fina en la margen derecha de la Laguna de Pastoría (Gm+Hg/3). El Regosol Mólico con clase textural fina en los límites de las lagunas de Chacahua y Pastoría. (Re/1) Regosol Eútrico con clase textural gruesa, es el de mayor distribución en el mesobloque, se encuentra asociado con Feozem Háplico en laderas de montaña al Noroeste de Puerto Escondido y al norte de la Laguna Lagartero (INEGI, 1993b).

Los regosoles se caracterizan por no presentar capas distintas, son claros y se parecen a la roca que les dio origen, se pueden presentar en distintos climas y con distintos tipos de vegetación, su susceptibilidad a la erosión depende del terreno en que se encuentren.

Los litosoles son de distribución amplia, se encuentran en todos los climas y con diversos tipos de vegetación, son suelos sin desarrollo, con profundidad menor a 10 cm, sus características son variables según el material que los forma.

Los feozem se encuentran desde zonas semiaridas hasta templadas y tropicales; este tipo de suelos tiene una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes. En condiciones naturales tienen todo tipo de vegetación, se encuentran desde terrenos planos a montañosos, su susceptibilidad a la erosión depende del tipo de terreno en que se encuentren.

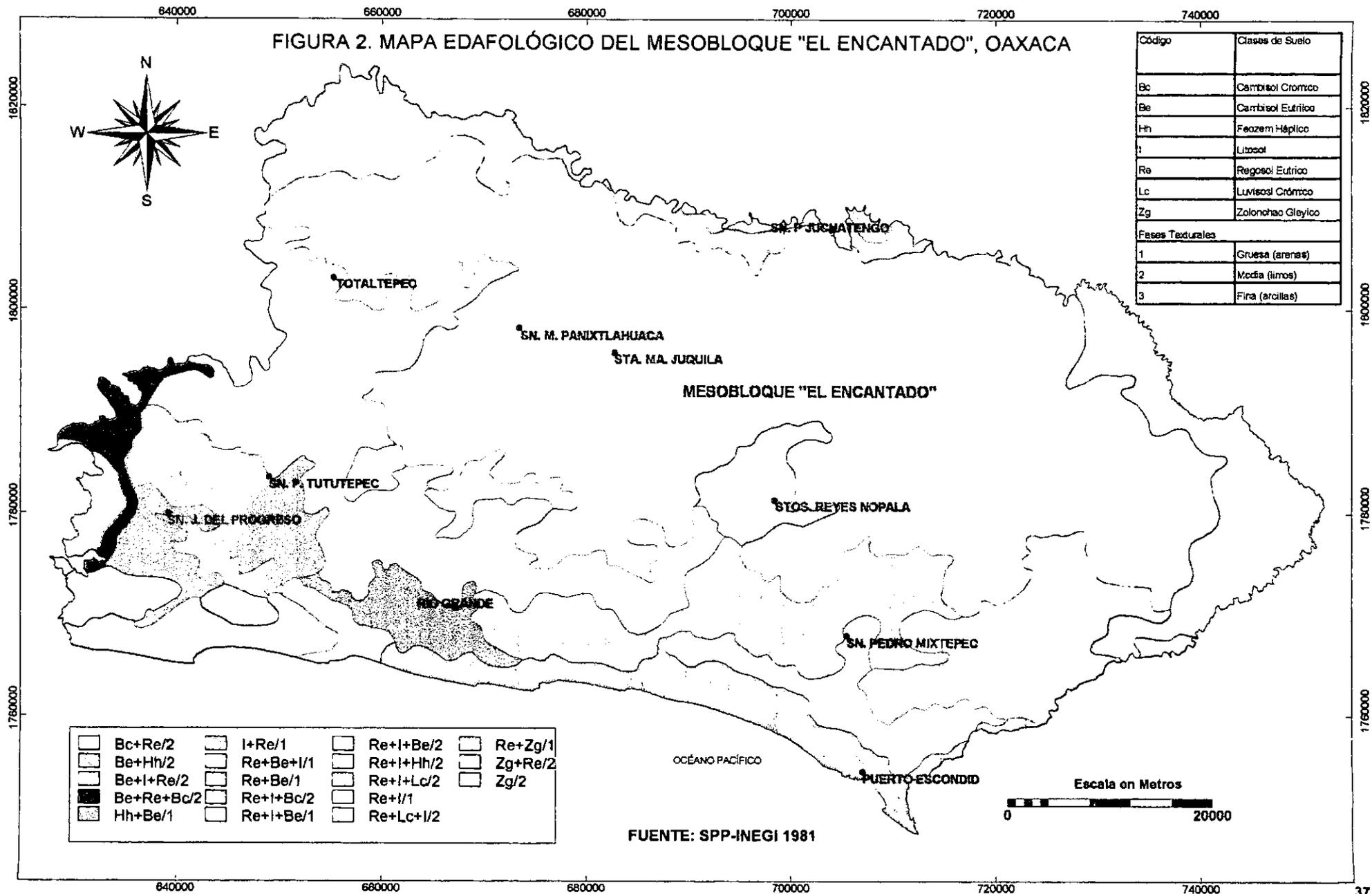
Los suelos solonchak, se caracterizan por tener un alto contenido de sales en el total del suelo o en algunas partes. Se presentan en diversos climas donde se acumulan sales soluble. Cuando les sobreyace vegetación, ésta es de pastizal o plantas que toleran las sales, son poco susceptibles a la erosión.

Los cambisoles son suelos jóvenes poco desarrollados, se encuentran en cualquier tipo de clima, menos en zonas áridas, con cualquier tipo de vegetación, en el subsuelo poseen una capa de terrones que representan un cambio con

respecto al tipo de roca subyacente, con alguna acumulación de arcilla o calcio, son de moderada a alta erosión.

Los fluvisoles se forman en depósitos aluviales recientes, excepto los marinos, están constituidos por material suelto que no forma terrones. Son poco desarrollados, se encuentran en todo tipo de clima y cercanos a zonas de acarreo por agua, la vegetación que les sobreyace varía desde la selva, hasta matorrales y pastizales.

FIGURA 2. MAPA EDAFOLÓGICO DEL MESOBLOQUE "EL ENCANTADO", OAXACA



3.4. VEGETACION Y USO DE SUELO.

En el área de estudio existe una heterogeneidad de comunidades vegetales; desde las características de la región costera, como son: la vegetación de dunas costeras, el tular y manglar; las selvas, correspondientes a los lomeríos y zonas de hasta 1500 msnm; y los bosques templados, que se localizan en la región montañosa. La diversidad se explica debido a los distintos pisos altitudinales, condicionados por un gradiente altitudinal de 2750 msnm, a 40 km de la costa.

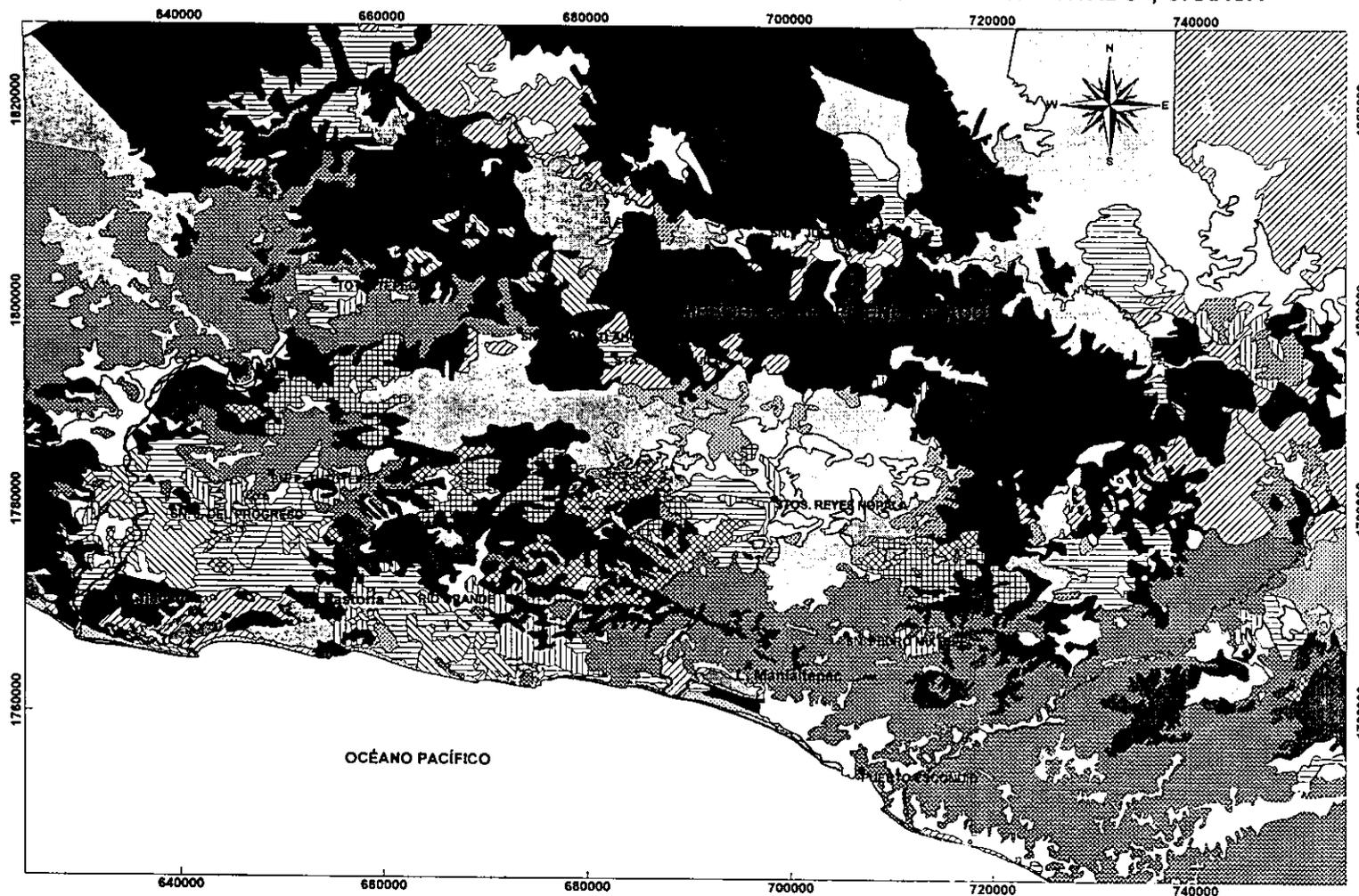
Clases de uso de suelo y vegetación existentes en el área de estudio (Fig. 3):

El Manglar en zonas bajas y fangosas de las Lagunas de Chacahua, Pastoría, Manialtepec y Lagartero; **El Bosque Mesófilo de Montaña** en altitudes entre 800 y 2 400 msnm en laderas montañosas barrancas y otros sitios provistos de humedad, en el área de este tipo de vegetación, se practica el cultivo de café; **El Tular** como una asociación de plantas herbáceas, enraizadas en el fondo del agua en la orilla este de la Laguna de Pastoría; **La Selva Mediana Subcaducifolia con Vegetación Secundaria Arbustiva**, se encuentra altamente modificada y perturbada, es una gran unidad en sentido paralelo a la costa, ocupa la mayor parte del área de estudio con aproximadamente el 60%; **La Selva Mediana Subcaducifolia**, se encuentra como pequeñas unidades dispersas en laderas de poca altitud y en los valles del los río Manialtepec y río Grande; **La Selva Baja Caducifolia**, se encuentra sólo en la zona Noroeste formando una transición al bosque de encino y de pino-encino, está totalmente impactada y pocas zonas conservan su vegetación original; **La Selva Baja Subcaducifolia**, se localiza en la parte norte del área de estudio, formando una pequeña franja de vegetación en el cauce del río Verde y al sur de la Laguna de Manialtepec; **La Selva Mediana Subperenifolia**, es una unidad altamente modificada por los cultivos de café y otros árboles frutales, es una zona de transición entre la selva baja subcaducifolia y los bosques de pino, pino-encino, encino y mesófilo de montaña, se encuentra principalmente en la zona sur y sureste del área de

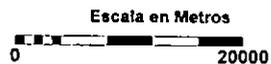
estudio; también se localiza al norte de la Laguna de Chacahua; **El Bosque de Pino**, ocupa pequeñas áreas, en las cimas de las elevaciones de mayor altitud, este tipo de vegetación se encuentra dentro del área de bosque de pino-encino; **Bosque de El Pino-Encino**, ocupa aproximadamente el 20% del área, en altitudes de más de 2,000 msnm; **La Vegetación de Dunas Costeras** se encuentran como pequeñas unidades en sentido paralelo a la línea de costa, al sureste de la desembocadura del río Colotepec, al sur de la Laguna de Manialtepec y Laguna Lagartero, al oeste del río Manialtepec, al sur de la Laguna de Chacahua y Pastoría y al sureste de ésta última; **La Vegetación de Sabana**, se encuentra en pequeñas áreas principalmente al sur y oeste de la zona (INEGI, 1985).

La Agricultura de Temporal con Cultivos Anuales, se practica principalmente en las planicies de los ríos Manialtepec y Colotepec, en las cercanías de Puerto Escondido y en lugares con pendientes suaves. **La Agricultura de Temporal con Cultivos Anuales y Permanentes**, se practica en sitios provistos de humedad como en la planicie fluvial del río Manialtepec, **La Agricultura de Temporal y Cultivos Permanentes**, se localiza principalmente al este de la Laguna de Pastoría y al sur de la Laguna de Chacahua. **El Pastizal Cultivado**, se localiza principalmente en la planicie del río Verde y al este de la Laguna de Pastoría. **El Pastizal Inducido**, ocupa pequeñas áreas dispersas principalmente al sur y al norte del área de estudio (INEGI, op. cit.).

FIGURA 3. MAPA DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO DEL MESOBLOQUE "EL ENCANTADO", OAXACA



DELIMITACIÓN DEL MESOBLOQUE



FUENTE: INEGI 1985

Código	Clases de Vegetación y Uso de Suelo
AR	Agricultura de Riego
BM	Bosque Mesófilo
Manglar	Manglar
PC	Pastizal Cultivado
PI	Pastizal Inducido
PIE	Pastizal Inducido y Erosión
P	Bosque de Pino
Pq	Bosque de Pino-Encino
Q	Bosque de Encino
Qp	Bosque de Encino-Pino
Sa	Sabana
SBC	Selva Baja Caducifolia
SBS	Selva Baja Subcaducifolia
SMq	Selva Mediana Subperenifolia
SMS	Selva Mediana Subcaducifolia
SVA	Sin Vegetación Aparente
TA	Agricultura de Temporal con Cultivos Anuales
TAP	Agricultura de Temporal con Cultivos Anuales Permanentes
TAS	Agricultura de Temporal con Cultivos Anuales Semipermanentes
TP	Agricultura de Temporal con Cultivos Permanentes
TPA	Agricultura de Temporal con Cultivos Permanentes Anuales
Tular	Tular
VDC	Vegetación de Dunas Costeras
Vegetación Secundaria	
VSArborea	Vegetación Secundana Arborea
VSArbustiva	Vegetación Secundana Arbustiva
VSHerbacea	Vegetación Secundana Herbacea

3.5. TECTÓNICA E HISTORIA GEOLÓGICA REGIONAL.

3.5.1. TECTÓNICA REGIONAL.

El territorio de México, se compone de varios bloques tectónicos con historias distintas y que han interactuado en distintas épocas (Urrutia, 1992), es afectado por cuatro desplazamientos tectónicos mayores que han actuado simultáneamente desde el cretácico superior. Durante el terciario y el cuaternario: la placa continental de Norteamérica, migrando al occidente y al suroccidente, la placa oceánica del Pacífico en subducción hacia el Noreste, y la placa de Cocos con movimiento inicial hacia el Noroeste y posteriormente al este (Frausto, 1995).

La región de estudio se encuentra dentro de una gran unidad morfotectónica; definida por López-Ramos (1983), como Unidad Geomorfológica Tectónica Sierra Madre del Sur (Fig. 4), que tiene un tiempo de formación del mesozoico superior terciario. El relieve está condicionado por varios factores: la tectónica (activa desde el Neógeno, intensa en la actualidad), por la litología, la estructura geológica y las condiciones climáticas (Lugo, 1990).

La evolución tectónica de la región de estudio se inicia en el Precámbrico durante la Orogenia Grenvilliana, que dio origen a las rocas del Complejo Oaxaqueño (Ortega, op. cit.). Para Coney (1983), el Complejo Oaxaqueño es un terreno sospechoso, por el hecho de que es posible que se encuentre en su sitio original, hundido, rodeado por arcos submarinos de edad Cretácico, ha sido acrecionado por un origen desconocido, de acuerdo con su historia geológica no es fácil de relacionar con los eventos tectónicos que han ocurrido en México, sin un movimiento relativo de por medio. Al respecto (Ortega, op. cit.), plantea que las rocas supracrustales con demasiada madurez y sedimentos orogénicos de dicho complejo, incluyen algunas posibles evaporitas, y una aparente carencia de asociaciones litotectónicas, esto puede interpretarse en términos de un *rift* continental original de un ambiente marino de plataforma o depositación, por lo que la posición actual del complejo en el Continente Americano y su relación con la Provincia Grenvilliana de Norteamérica hacen suponer el evento de un ciclo Wilson y la extinción de un océano (Ortega, op. cit.). La deriva continental es la

causa en el presente de la estructura abrupta a lo largo de la costa del Pacífico y la discontinuidad lateral mayor entre el Sureste de México y las áreas adyacentes (de Cserna, 1967).

Gran parte de México fue afectado por una deformación orogénica durante el Cretácico Tardío-Terciario Temprano, sus características geológicas y sus direcciones estructurales son similares a la región norte dentro del oeste del Cinturón Orogénico Cordillerano (de Cserna, 1961). Grandes áreas en el margen oeste del país fueron cubiertas por rocas ígneas mesozoicas-cenozoicas, las cuales formaron provincias alargadas de asociaciones de arcos magmáticos (Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre del Sur y el Arco Chiapaneco), lo cual indica que el proceso de subducción de placas es el control tectónico dominante al menos desde el Jurásico Tardío (Urrutia *et al.*, 1987).

El Cinturón Orogénico Cordillerano (Fig. 5) es una región tectónicamente activa desde finales del Proterozoico, hasta el Mioceno, como resultado de convergencia a lo largo de la margen occidental del cratón precámbrico, produciendo acreción durante el Paleozoico y a mediados y finales del Cenozoico (de Cserna, 1992). La porción sureste del Cinturón Orogénico Cordillerano, tuvo una evolución geológica distinta, que consistió en un movimiento lateral-derecho de algunas partes de México y que tomaron su lugar a lo largo de un gran sistema de fallas (Urrutia *et al.*, 1986) (Fig. 6), los terrenos tectonoestratigráficos Xolapa y Tierra Caliente (Campa y Coney, 1983), representan respectivamente las partes infracortical (raíz) y supracortical de arcos magmáticos y cuencas sedimentarias asociadas que se desarrollaron en respuesta a una subducción pacífica durante la fase mesozoica del régimen tectónico Cordillerano. En el Jurásico-Cretácico, sucede una deformación compresional que produce el metamorfismo y el emplazamiento plútonico, ésto se evidencia en las unidades del Complejo Xolapa (Ortega, *op. cit.*).

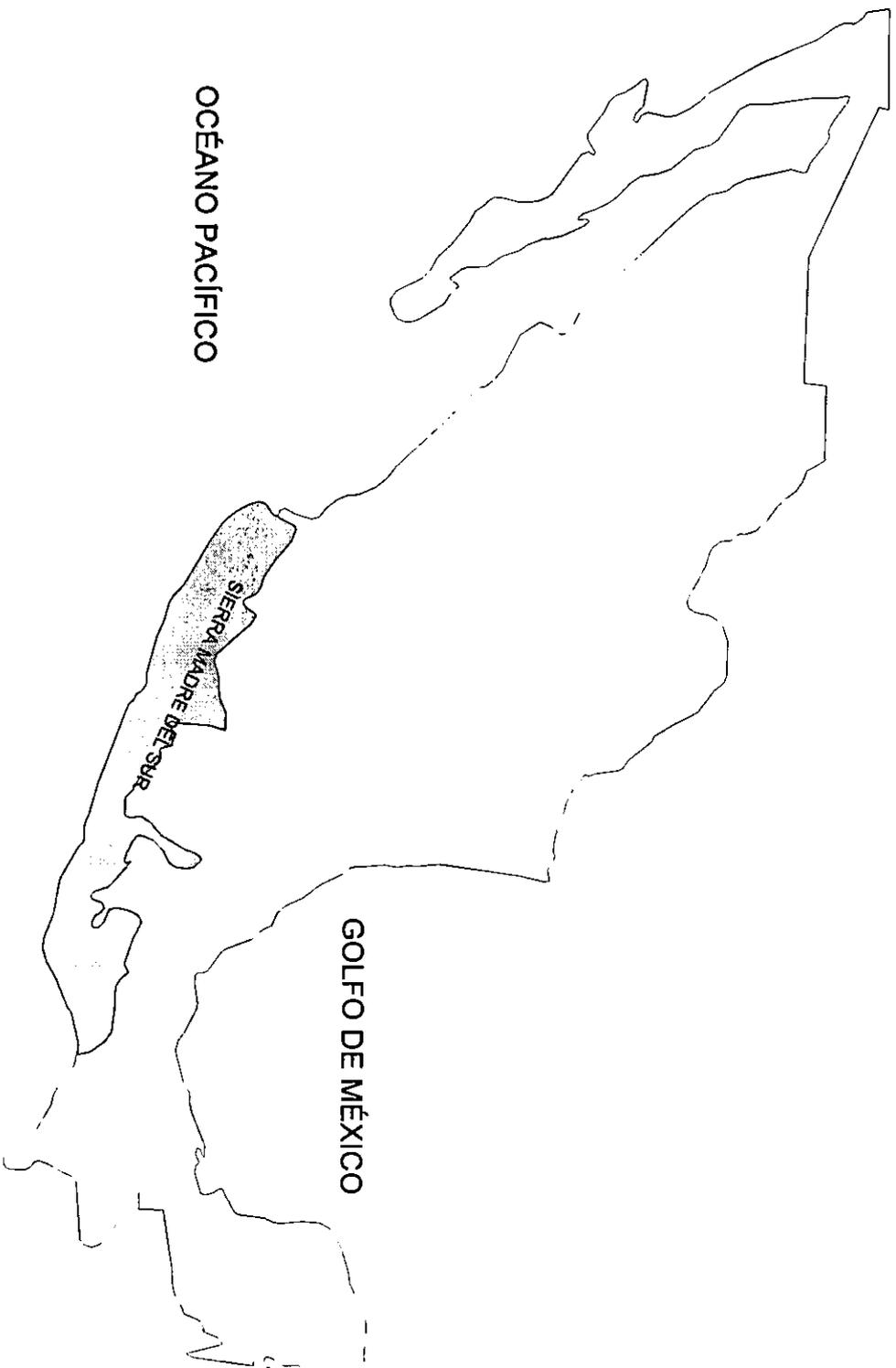
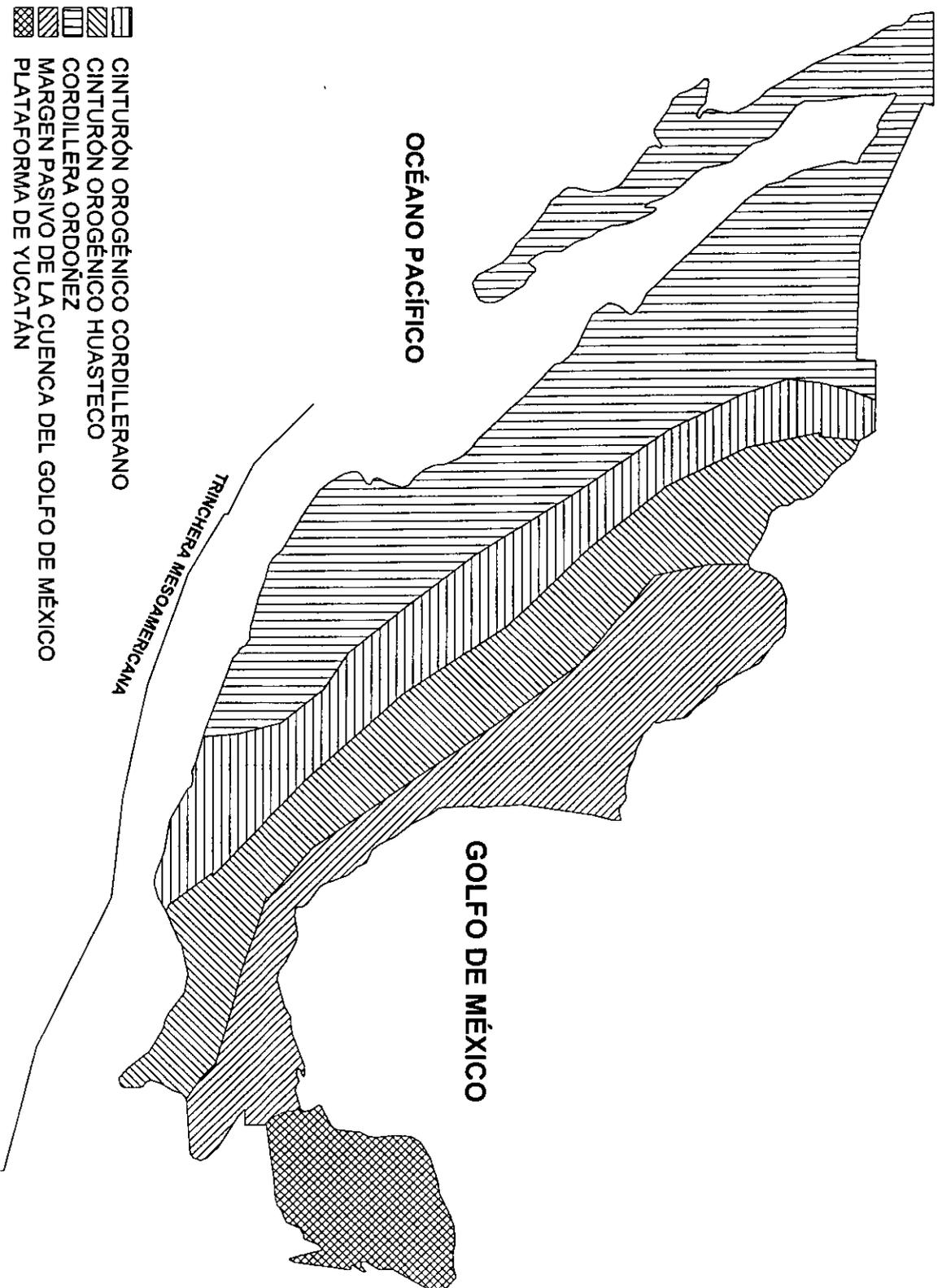


FIGURA 4. LOCALIZACIÓN DE LA SIERRA MADRE DEL SUR

FIGURA 5. MARCO GEOTECTÓNICO REGIONAL, TOMADO DE de CSERNA (1992)



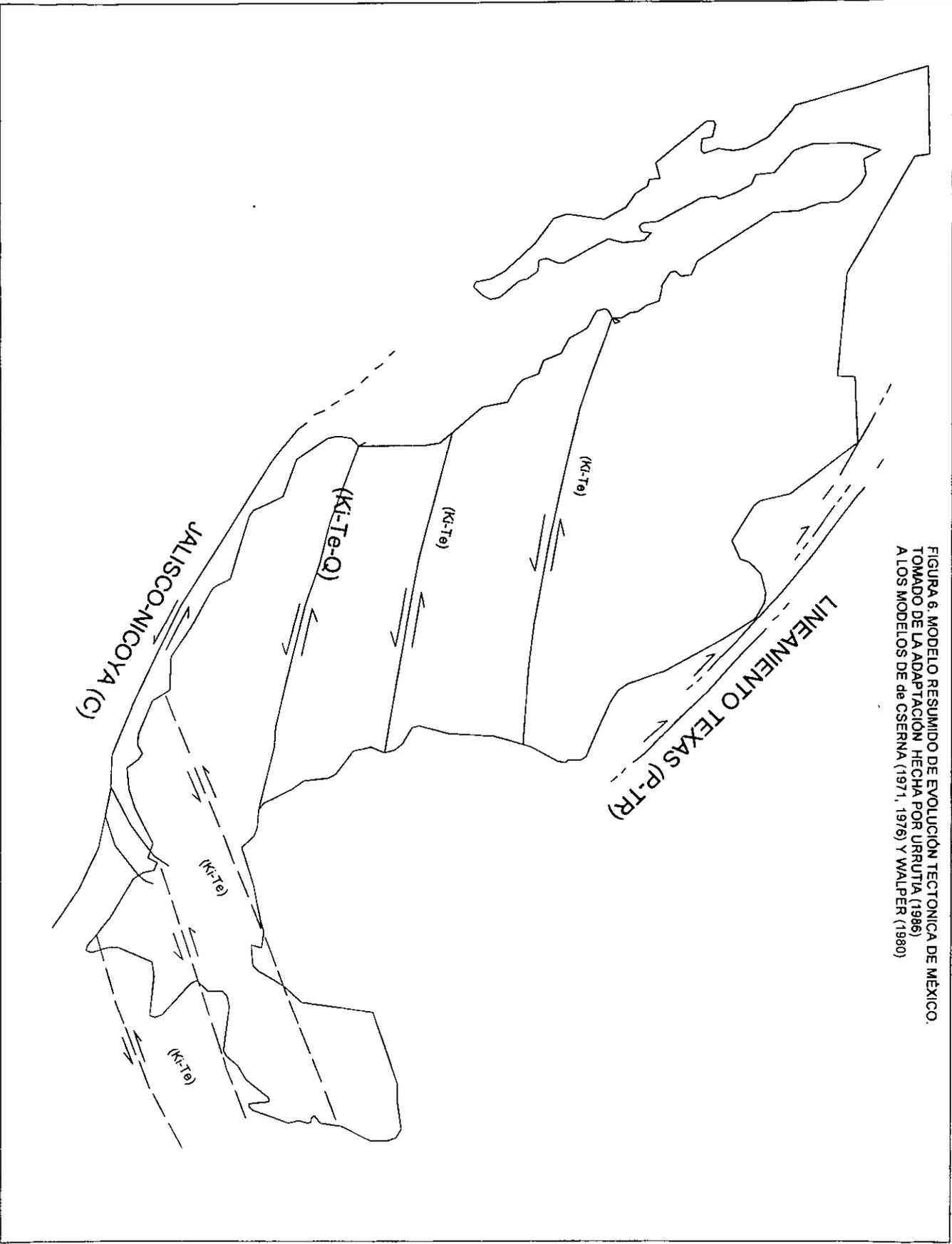


FIGURA 6. MODELO RESUMIDO DE EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE MÉXICO.
 TOMADO DE LA ADAPTACIÓN HECHA POR URRUTIA (1986)
 A LOS MODELOS DE CSERNA (1971, 1976) Y WALPER (1980)

Durante el Cretácico Tardío hasta el Terciario Temprano ocurre una deformación orogénica conocida como la Orogenia Laramide (Campa y Coney, op. cit), comenzó con la acreción de arcos submarinos contra las márgenes continentales pasivas, dicha acreción fue seguida por un cambio de polaridad en la subducción; el movimiento absoluto de la Placa de America del Norte cambió al suroeste, resultando una fase compresiva fuerte (Coney, op. cit.), lo anterior dio como resultado una aparente acreción en los Complejos Oaxaqueño y Xolapa (Fig. 7), que comprenden la región de estudio.

Como ya se ha mencionado anteriormente El Complejo Xolapa representa raíces de antiguos arcos magmáticos desarrollados en el Pacífico, su correlación con los Complejos Oaxaqueño y Acatlán es tectónico. Las rocas plegadas del mesozoico permiten inferir una etapa compresiva que se inició en el Cenozoico y asociado al volcanismo oligomiocénico, una fase de carácter distensiva, probablemente pliocuaternaria es responsable del fracturamiento y fallamiento normal que involucra a todas las unidades de roca.

En el Terciario una zona de fracturamiento mayor, activa desde el Mesozoico, formó dos arcos subsidiarios, los cuales cortaron hacia el interior del sur de México, dividiéndolo en bloques distintos y esto determinó la forma actual de la Costa del Pacífico, mediante el desprendimiento completo de una porción del propio océano (Mooser, 1961).

La Placa de Cocos se origina hace 20 o 30 millones de años, (Coney, 1983). Se encuentra en movimiento relativamente en dirección al Noreste, hacia la placa Americana (Gunn, 1943, en Molnar y Sykes, 1969), bordeada al Noreste por la Trinchera Mesoamericana (Molnar y Sykes, op. cit.), paralela a la costa del Pacífico, desde Jalisco hasta el sureste de Oaxaca (Fig. 5), puede considerarse como la zona de subducción de la Placa de Cocos y la Norteamericana (López-Ramos, op. cit., Valdés *et al.*, 1986; Hanus y Vanek, 1977), por el proceso de subducción contiguo, se ha explicado la formación de la SMS en el Neógeno-Cuaternario (Lugo, 1990).

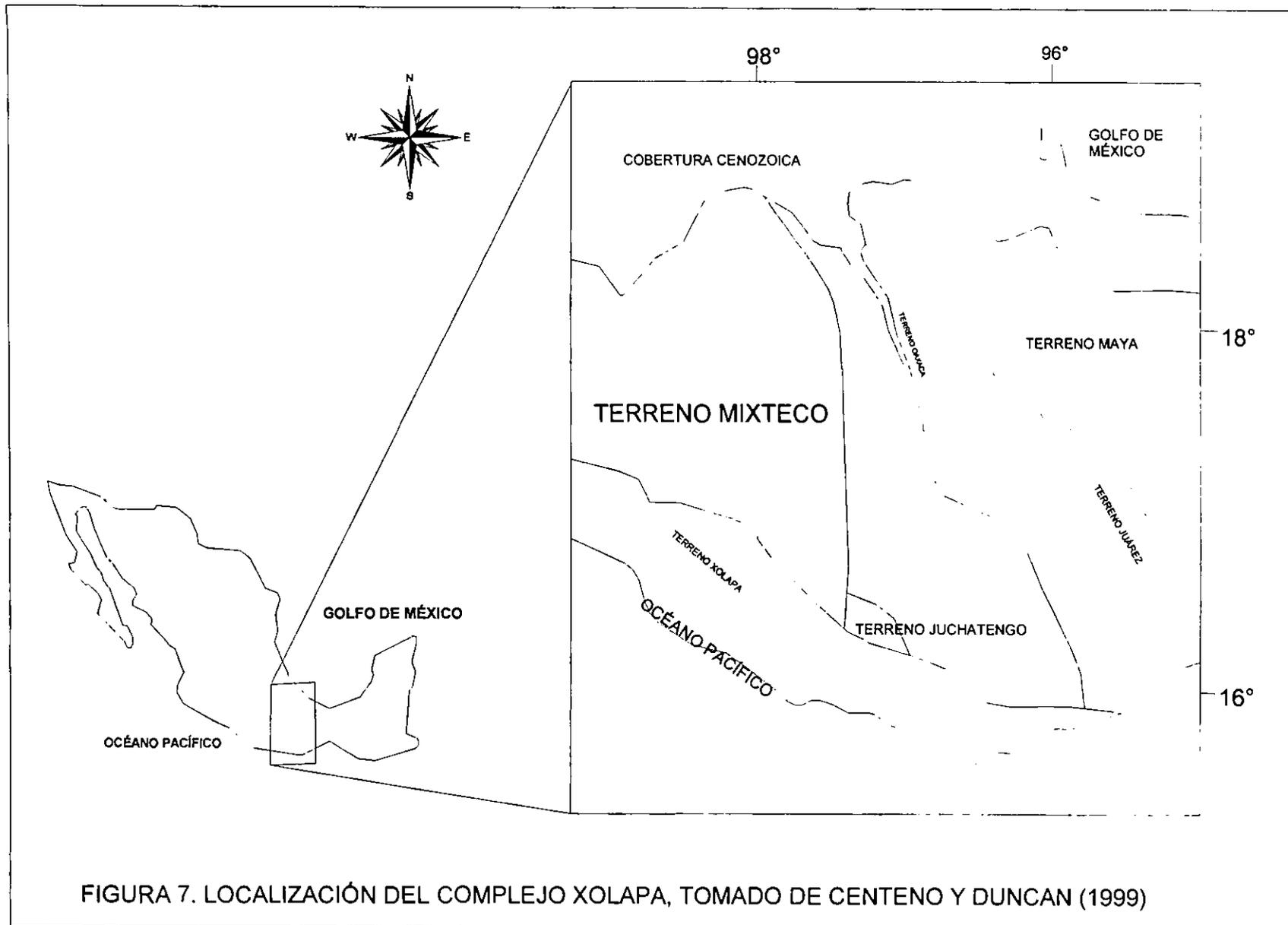


FIGURA 7. LOCALIZACIÓN DEL COMPLEJO XOLAPA, TOMADO DE CENTENO Y DUNCAN (1999)

Las costas del Océano Pacífico en el sur de México son áreas tectónicamente activas, debido al contacto entre las Placas de Cocos y Norteamérica, la expresión superficial de dicho contacto es la Trinchera Mesoamericana (Fig. 5), activa al menos desde el Mioceno Tardío (Watkins *et al.*, 1982), va desde un punto triple ubicado frente a las Costas de Nayarit hasta el Noroeste de Panamá (Mena *et al.*, 1995), la Trinchera Mesoamericana es una unidad geotectónica mayor y representa una característica importante del piso oceánico (de Cserna, 1967), a lo largo de la costa del Pacífico Mexicano, desde Colima hasta Chiapas, la placa de Cocos subduce a la de Norteamérica con una velocidad de 5 cm al año, en los límites de Jalisco y Colima, hasta 8.3 cm al año en la frontera de México con Guatemala (Singh *et al.* 1979 en Mena, *op. cit.*). El buzamiento decrece a lo largo de la trinchera desde unos 30° en Colima (Reyes *et al.*, 1979 citado en Mena *op. cit.*), hasta 14° en Oaxaca (*idem*), a partir del Istmo de Tehuantepec se incrementa

3.5.2. HISTORIA GEOLOGICA REGIONAL.

La región de estudio forma parte de la provincia geológica llamada Sierra Madre del Sur (SMS; Fig. 4), que está costituida de rocas plegadas, afalladas y separadas por intrusiones que datan del Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico y Terciario.(López-Ramos, 1983). Queda comprendida en la porción sur del Estado de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Es considerada como una de las principales provincias morfotectónicas de México (Guzmán y de Cserna, 1963). La SMS ocupa la parte meridional de las tierras altas centrales, paralela a la costa del Océano Pacífico y extendiéndose al oeste del Istmo de Tehuantepec. En ésta provincia se incluye a la zona montañosa del mismo nombre, a la Cuenca del Balsas, todas las tierras altas que limitan al sur de la Sierra y a la Costa del Pacífico. Tiene como basamento rocas cristalinas y metamórficas, calizas plegadas y otros sedimentos clásticos asociados con ellas, lavas e intrusiones.

La SMS presenta diferentes características litológicas, de acuerdo a las regiones que se encuentran en ella, por ejemplo la región suroeste de Jalisco está formada por rocas ígneas y metamórficas, rocas sedimentarias marinas en el portal del Balsas (Colima y oeste de Michoacán), al sur de Michoacán y oeste de Guerrero se encuentran grandes batolitos mesozoicos que intrusieron a rocas metasedimentarias y metalvolcánicas paleozoicas, se encuentran cubiertos por andesitas, al este de Guerrero y al sur de Oaxaca se encuentran esquistos y gneises intrusionados por cuerpos de rocas graníticas (López-Ramos op. cit.), debido a la consolidación y yuxtaposición de varias unidades geotectónicas (Hernández-Santana, *et al.*, 1995).

Desde el punto de vista geológico el sureste de México es probablemente una de las regiones más complejas del mundo, la construcción geológica gradual del sur de México se atribuye a los regímenes tectónicos Grenvilliano, Apalachiano y Cordillerano (Ortega, 1981). La SMS, ha sido afectada por diferentes orogenias, desde las precámbricas: Cascadiana y Grenvilliana, la equivalente a la Taconiana (Ordovicio), Apalachiana (fines del Paleozoico), la Navidiana (Jurásico Cretácico) y finalmente la Laramídica (Cretácico Superior Terciario) (*idem.*). La historia geológica del relieve de la SMS se inicia en el Precámbrico (Maldonado, 1970; de Cserna, 1967), tiene un núcleo cristalino metamórfico, está fracturado en bloques más o menos paralelos y salientes a lo largo de su recorrido, una estrecha llanura se extiende al sur, cortada por las desembocaduras de pocos ríos importantes, bahías y caletas (Maldonado *op. cit.*).

El basamento más antiguo se localiza en el sureste, en la parte central de la SMS, se conoce como Complejo Oaxaqueño (gneises del precámbrico) (Ortega *op. cit.*) (Fig. 7) tiene una edad precámbrica absoluta de 900 a 1,100 millones de años (m.a.) (Tabla 1) (Fries *et al.*, 1962; Fries y Rincon, 1965), la edad precámbrica de las rocas fue corroborada por Pantoja y Robinson (1967, en de Cserna, 1967), el metamorfismo del zócalo del basamento, ocurrió entre 1,000 y 1,200 m.a., equivalente a la Orogenia Grenvilliana del oriente de Canadá, y se propuso para este evento metamórfico del sur de México, el nombre de Orogenia Oaxaqueña (Fries *op. cit.*). Rodríguez (1970), consideró la edad del basamento como Precámbrico Tardío, por no estar definidas las relaciones existentes entre el depósito de esta secuencia y los procesos que lo han metamorfozido.

Para Ortega (*op. cit.*), los depósitos son resultado de la evolución de un *riff* con sedimentación en corteza continental antigua, con un metamorfismo posterior debido a una colisión continental, sus características más distintivas son el grado granulítico de metamorfismo y la presencia de grandes cuerpos de anartosita.

El Paleozoico está representado por una secuencia de metasedimentos, esquistos y gneis de facies anfibolítica, eclogítica y de esquistos verdes (INEGI, 1989), denominados Complejo Acatlán (Ortega, 1978; en INEGI 1989), es un terreno cristalino con fases de deformación y metamorfismo Taconiana y Acadiana.

Tabla 1. Geocronología Simplificada de México (de Cserna, 1992)

Precámbrico	Arqueano		* 3800
	Proterozoico	Paleoproterozoico	2500
		Mesoproterozoico	1500
		Neoproterozoico	1000
Paleozoico	Cámbrico		570
	Ordovício		505
	Silurico		438
	Devónico		408
	Carbonífero	Misisípico	360
		Pensilvánico	320
Mesozoico	Pérmico		286
	Triásico		245
	Jurásico		208
	Cretácico		144
Cenozoico	Terciario	Paleoceno	66.4
		Eoceno	57.8
		Oligoceno	36.6
		Mioceno	23.7
		Plioceno	5.3
	Cuaternario	Pleistoceno	1.6
		Holoceno	0.01

* Millones de años.

Durante el Mesozoico se deposita una secuencia detrítica continental, constituida por lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados pertenecientes a la Formación Todos Santos (INEGI, op. cit.), durante el Jurásico se desarrolló un complejo metamórfico de gneis, migmatita y granitoides que componen al Complejo Xolapa, que fue definido por Campa y Coney (1983), como un complejo metamórfico plutónico, con una antigüedad que data del Jurásico al Terciario (de Cserna 1965, Guerrero, *et al.*, 1978, en Campa op.cit.), Ortega (op. cit.), lo define como un terreno cristalino y el más extenso de los complejos del sureste de México; la foliación gnéisica es la característica estructural dominante del Complejo Xolapa y su dirección es paralela a la margen del Pacífico, puede ser interpretado en términos de procesos evolutivos plutónicos continuos, debido a la ascensión en general, y emplazamiento de magmas subcorticales y la consecuente fusión y migmatización de la corteza local.

Durante el Jurásico Superior-Cretácico Inferior, sobre las unidades metamórficas se depositan sedimentos marinos y continentales representados por calizas, lutitas, areniscas, limolitas y conglomerados, se correlacionan con las formaciones superiores al Grupo Teconcoyuca. En el Cretácico Inferior, sucede una depositación marina con transición de detritos carbonatados con pedernal y calizas de plataforma de edad Albiano-Cenemoniano de la Formación Tepescolula. En el Cretácico Superior se desarrollaron unidades calcáreo arcillosas y emplazamiento de batolitos granitoides en la zona de contacto de los Complejos Acatlán y Xolapa (INEGI, op. cit.)

Durante el Cenozoico, la sedimentación es de tipo continental con desarrollo de lechos rojos correspondientes a las Formaciones Huajuapán y Yanhuatlán. En el Oligo-Mioceno, ocurre la actividad volcánica en la región.

Finalmente en el Cuaternario se depositan materiales no consolidados, producto de agentes exógenos.

La región de estudio se encuentra comprendida en dos complejos metamórficos, mayormente dentro del Complejo Xolapa y en menor proporción en el Complejo Oaxaqueño (Fig. 7). Las series generadas por el metamorfismo regional (o general) son extensas y complejas, a consecuencia de la elevación de

la temperatura y de la presión geostática en profundidad. Los conjuntos metamórficos se desarrollan en este caso a lo largo de kilómetros, o decenas de kilómetros (Coque, 1984).

3.5.3. EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL COMPLEJO XOLAPA.

Para entender claramente la tectónica del Mesobloque "EL Encantado", es necesario comprender la evolución tectónica del Complejo Xolapa. El cual representa raíces exhumadas de antiguos arcos magmáticos profundamente erosionados, la característica carencia de una alta presión y baja temperatura de las rocas metamórficas que componen al Complejo, pueden indicar la interrupción de un margen continental del sureste de México, el cual puede relacionarse como una continuación del Bloque Chortís localizado en Centroamérica (Meschede y Frisch, 1998). La edad radiométrica de las migmatitas sugieren la evolución de un arco magmático, que data de 165 a 128 Ma, durante el Jurásico y el Cretácico (Herrmann, 1994; citado en Meschede y Frisch, op. cit.).

Durante el Cretácico Tardío (Fig. 8), plataformas de carbonato del Cretácico Temprano, fueron interrumpidas por arcos magmáticos extensivos de edad comprendida entre 104 y 65 Ma, los cuáles se extendieron a lo largo de la Costa del Pacífico, desde Puerto Vallarta a Acapulco (Mills, 1998).

En el Paleógeno Temprano (Figs. 8 y 9), el magmatismo Cretácico, produjo una zona de debilitamiento entre los Complejos Acatlán y Las Ovejas, Entre 60 y 50 Ma, un período de actividad ígnea intensa en dicha zona, creó el Complejo Xolapa. Al mismo tiempo rompiendo las plataformas de carbonato, algunas de las cuales se encuentra entre Mazatlán y Tierra Colorada (Mills op.cit.).

Eoceno Tardío-Oligoceno Temprano (Figs. 9 y 10). En esta etapa, ocurre una aparente migración del magmatismo, debido a los cambios del ángulo de subducción y la velocidad de la placa Farallón, lo anterior con base en datos radiométricos obtenidos por Shaaf *et al.*, (1995; citado en Mills, op. cit), los cuales

muestran 104 Ma cerca de Puerto Vallarta a 21 Ma cerca de Huatulco.

La subducción de la Placa Farallón fue oblicua para el continente durante el Paleógeno (Herman, *et al.*, 1994; citado en Mills, *op. cit.*), lo cual puede relacionarse con el avance hacia el este de la placa Caribe. En este periodo la subducción fue con dirección hacia el Noreste con un vector de 53° de azimuth, lo que ocasionó la separación y movimiento de varios sub-bloques de los Complejos Xolapa y Chortis, en consecuencia el magmatismo también migró hacia el este (Mills *op. cit.*).

En la etapa comprendida entre el Oligoceno Tardío-Cuaternario (Figs. 10 y 11), el Complejo Xolapa tiene más o menos la posición que en el presente. Durante el Neógeno el vector de subducción ha sido de 14° de azimuth, cercano y perpendicular a la costa, lo cual ha formado plutones jóvenes hacia el este, en las cercanías de Huatulco. Durante el Cuaternario, el proceso de subducción ha creado la Trinchera Mesoamericana, en consecuencia a dicho proceso los tres sub-bloques (Zihuatanejo, Acapulco y Pinotepa), se mueven hacia el este de México (Mills *op. cit.*).

De acuerdo con Mooser (1961), el área de estudio forma parte del Bloque de Oaxaca, el cual tiene como límites al Istmo de Tehuantepec y la desembocadura del Balsas. Posteriormente Sumín de Portilla *et al.* (1977), realizan un análisis morfoestructural de Oaxaca a escala 1:1,000,000 donde de manera muy general, delimita bloques tectónicos, su génesis y su dinámica pueden estar conectados con los procesos tectónicos de formación del Golfo de México, la depresión del Caribe y con la tectónica del Océano Pacífico, la tectónica compleja de Oaxaca podría ser resultado de la posición intermedia entre los tres elementos estructurales, antes mencionados y de manera particular en el área de estudio, la tectónica del Océano Pacífico.

FIGURA 8. MAPA PALEOTECTONICO DEL CRETÁCICO TARDÍO-PALEOGENO TEMPRANO, TOMADO DE MILLS (1998)

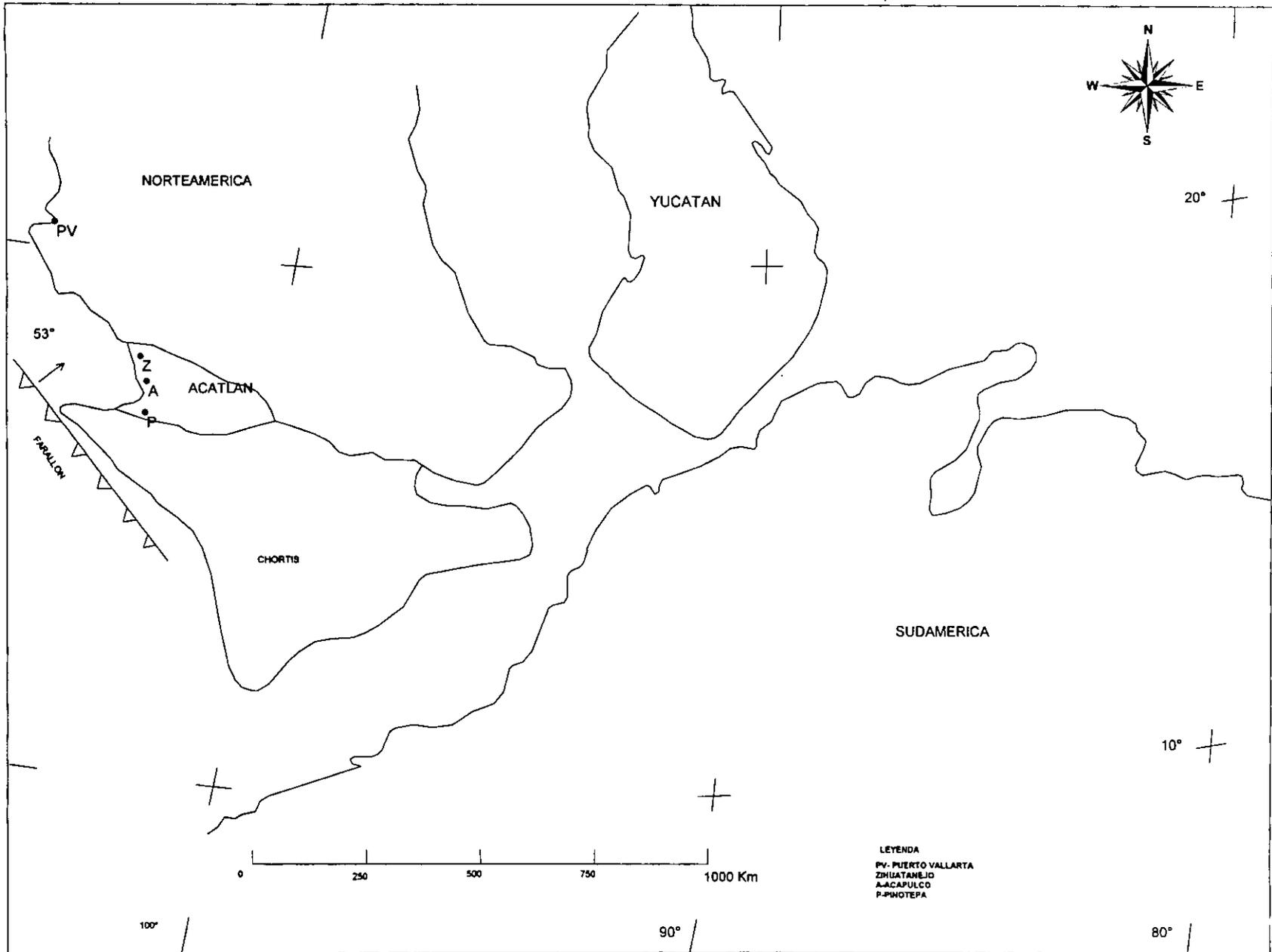


FIGURA 9. MAPA PALEOTECTÓNICO DEL EOCENO TARDÍO-OLIGOCENO TEMPRANO, TOMADO DE MILLS (1998)

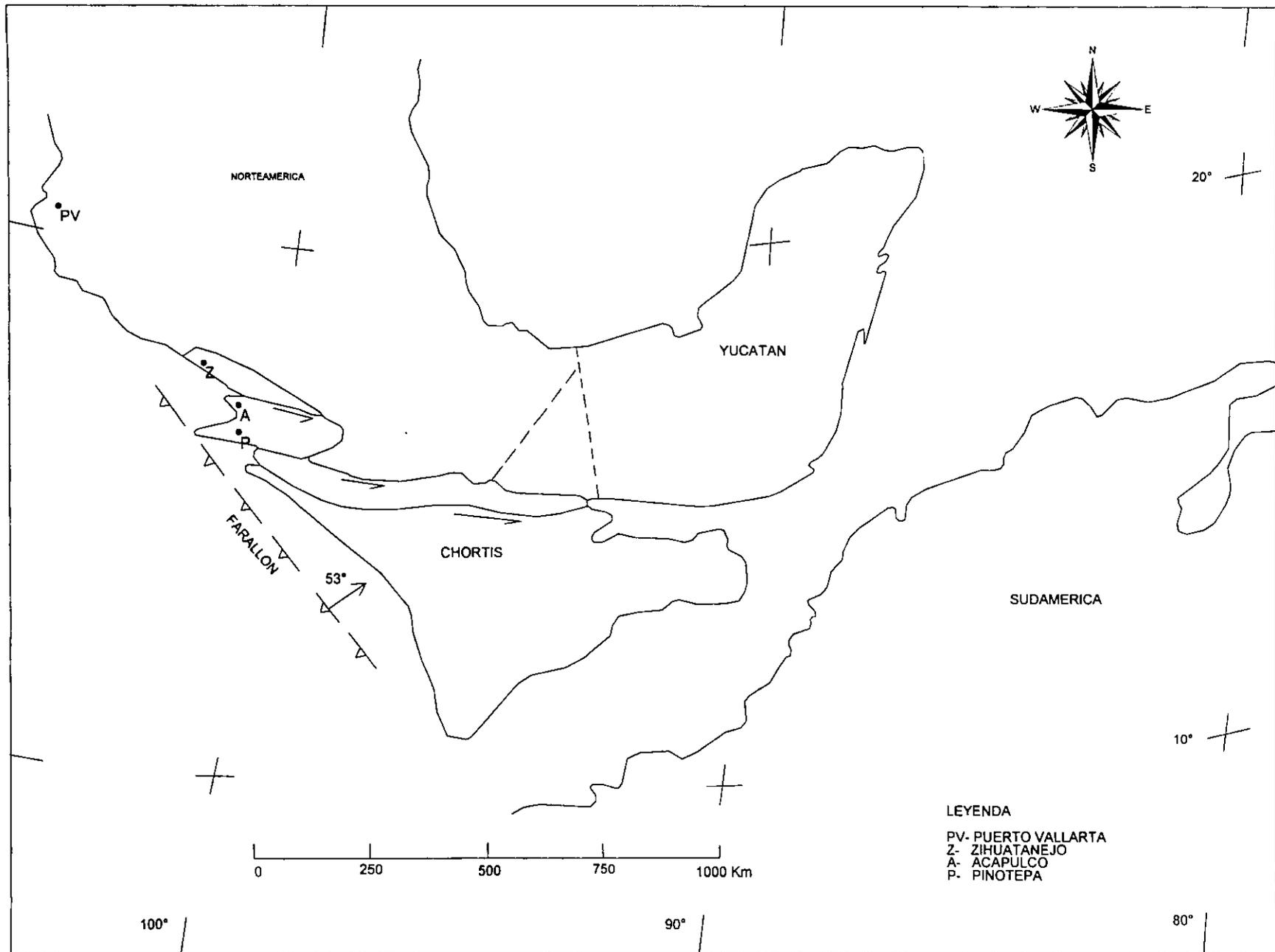
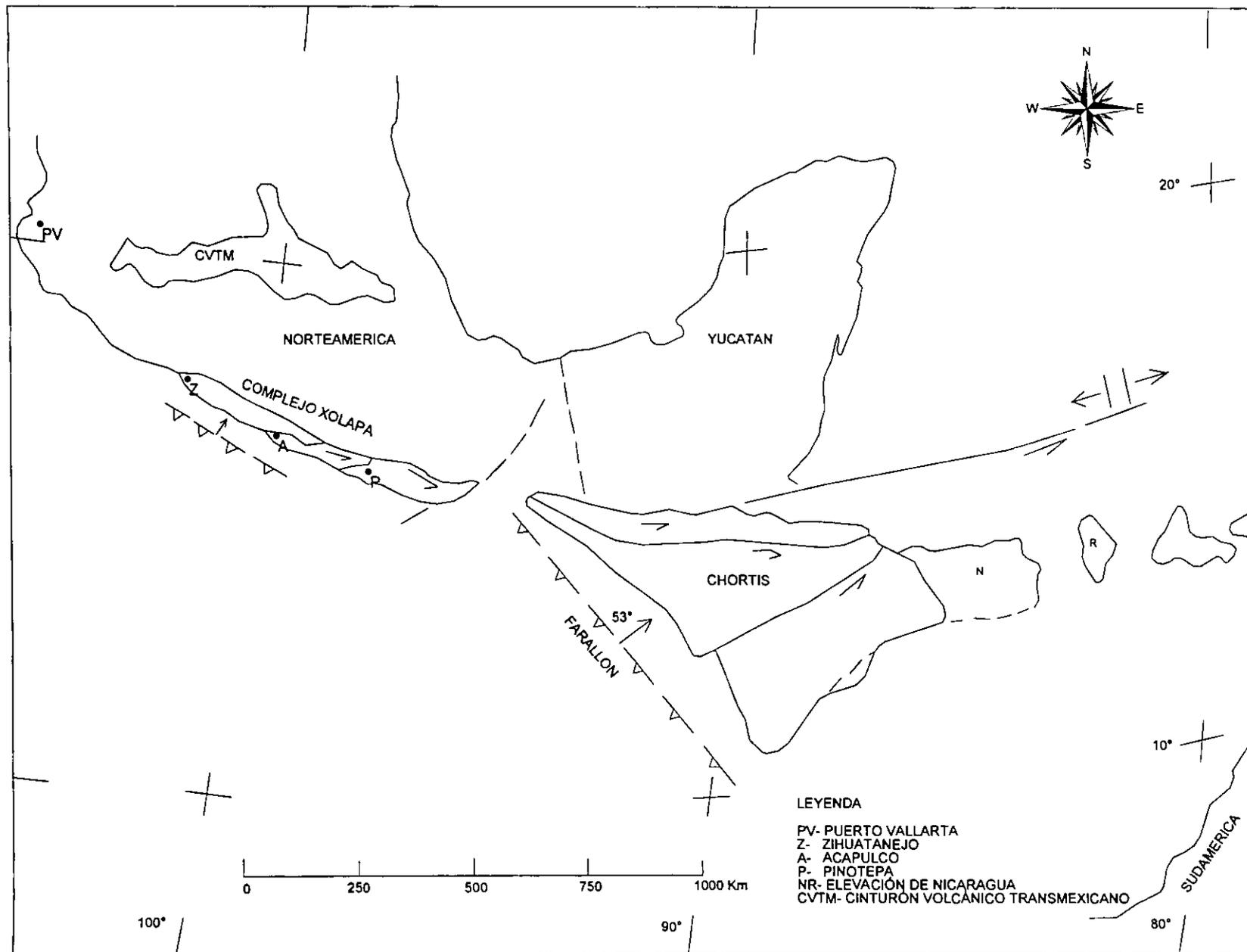


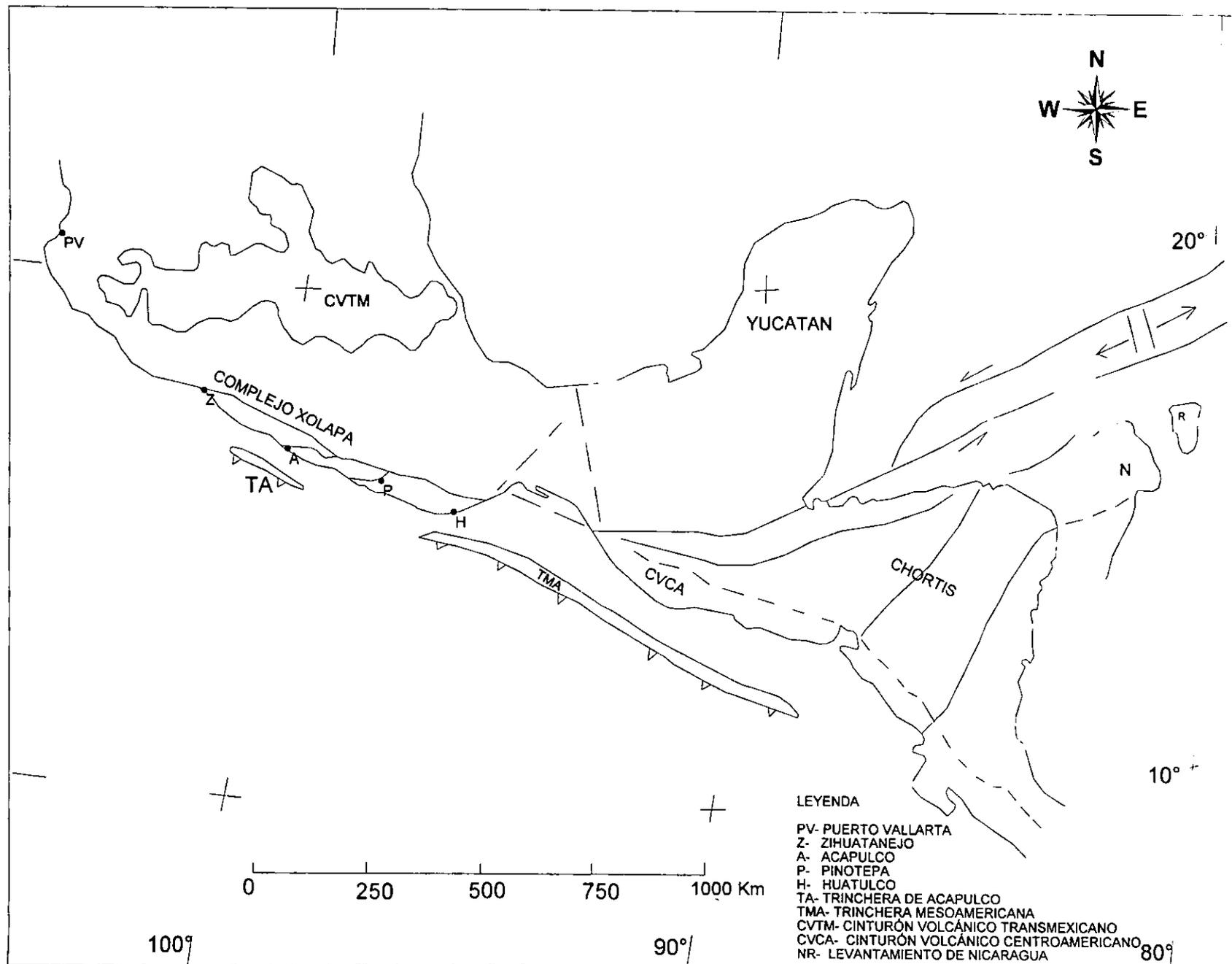
FIGURA 10. MAPA PALEOTECTÓNICO DEL OLIGOCENO TARDÍO, TOMADO DE MILLS (1998)



LEYENDA

- PV- PUERTO VALLARTA
- Z- ZIHUATANEJO
- A- ACAPULCO
- P- PINOTEPA
- NR- ELEVACIÓN DE NICARAGUA
- CVTM- CINTURON VOLCÁNICO TRANSMEXICANO

FIGURA 11. MAPA TECTÓNICO GENERALIZADO DEL SURESTE DE MÉXICO EN EL TIEMPO RECIENTE, TOMADO DE MILLS (1998)



Hernández-Santana *et al.*, (op. cit), realizan una regionalización morfoestructural y define a la SMS como el Megabloque SMS, compuesto en orden jerárquico descendente por nueve macrobloques, veintitrés mesobloques, y bloques caracterizados por el piso altitudinal. Las regularidades morfotectónicas generales de la SMS reflejan las características de los mecanismos geotectónicos interplacas, con un carácter longitudinal de las macro y mesounidades, paralelamente a la Trinchera Mesoamericana, en su región septentrional (Jalisco a Guerrero Occidental) y con hipotética rotación de algunas de ellas en su sector central (Oaxaca Occidental y Oriental), correspondiéndose con el proceso subductivo interplacas Cocos-Norteamericana. En su región meridional (Tehuantepec-Chiapas), los rasgos revelan la conjugación, en la triple unión interplacas Cocos-Norteamericana-Caribe, de un proceso subductivo diferenciado, generador de una transpresión transversal, sobre el mecanismo de transformación de izquierda de la zona de sutura Caribe-Norteamericana, en el Golfo de Tehuantepec (*idem*).

De acuerdo con la regionalización morfoestructural realizada por Hernández-Santana (op. cit), el Mesobloque "El Encantado" (Fig. 16) se encuentra comprendido en el Macrobloque Oaxaca Occidental, refleja regularidades de la formación del relieve durante la etapa neotéctonica, bajo el proceso regional de subducción (*idem*).

Según Mills (1998) el área de estudio forma parte del sub-bloque Pinotepa, el cual tiene un movimiento hacia el este, estrechamente relacionado con el proceso de subducción antes descrito.

3.5.4. UNIDADES LITOLÓGICAS

En el área de estudio existen unidades litológicas que comprenden desde el Precámbrico, hasta el Cuaternario, son las rocas del Jurásico Inferior al Superior (Complejo Xolapa), las que representan la unidad de mayor extensión en la región (Fig. 12).

Rocas Metamórficas.

Gneis del Precámbrico, PE(Gn). Son rocas del Complejo Oaxaqueño; paragneis y ortogneis gabroide, se encuentra en contacto tectónico con las rocas metamórficas del Complejo Xolapa, se localizan en el límite norte de la región de estudio, esta unidad se expresa como montañas escarpadas con crestas redondeadas (INEGI 1989).

Esquisto del Paleozoico, P(E). Está constituida por esquistos de facies esquistos verdes, el protolito corresponde a una secuencia pelítica-semítica afectada por metamorfismo regional de bajo grado, su posición estratigráfica es discordante bajo las rocas marinas del Mesozoico y bajo depósitos clásticos continentales, también es intrusionada por batolitos graníticos del Terciario; sus afloramientos forman cerros y sierras de poca altitud y pendientes suaves; esta unidad puede correlacionarse con las rocas del Complejo Acatlán (INEGI op. cit.).

Gneis del Jurásico, J(Gn). Rocas del Complejo Xolapa (de Cserna, 1956 en INEGI op. cit), forma un cinturón metamórfico de baja presión y alta temperatura característico de una zona orogénica circunpácífica, originada en el Jurásico (Ortega op. cit), como expresión de placas convergente. La asociación litológica incluye granoblástico cuarzo feldespático, con facies de anfibolita de almandino, esquisto milonítico de protolito volcánico, granulita, migmatita, granodiorita gnéisica y metagranito, es común encontrar bandeamiento gnéisico, micropliegues e intemperismo hasta dos y tres metros de profundidad. Donde se ha reconocido su límite norte, el contacto es estructural por una falla de posición, subvertical, lo que evidencia fallamiento normal reciente. Esta unidad se encuentra ampliamente

distribuida en el área, ocurre como una franja angosta a lo largo del margen Pacífico y se expresa como lomerío y cerros de relieve discreto (*idem*).

Rocas Igneas Intrusivas.

Granito-Granodiorita del Jurásico Cretácico, J-K(Gr-Gd). Es una asociación heterogénea de granito y granodiorita, su edad probablemente es del Cretácico Superior, pero las interpretaciones estructurales y la posición estratigráfica mencionada por Ortega (1977, en INEGI op. cit), la ubican en el Jurásico-Cretácico, pertenece al Complejo Xolapa, subyace discordante a las rocas sedimentarias del Jurásico y Cretácico, este batolito intrusiona a la secuencia Metamórfica y a las calizas del Cretácico Inferior, le sobreyacen discordante las rocas clásticas del Cuaternario, por su relación con el evento metamórfico que originó los gneis y migmatita jurásicos del Complejo Xolapa, se le asigna el rango de Jurásico-Cretácico; se encuentra comunmente en lomeríos bajos de pendientes suaves (INEGI, 1989 y 1994a)

Rocas Sedimentarias.

Caliza, Ki(cz). Es una secuencia de caliza cristalina aloquímica de post-arrecifal de plataforma; en el norte del área de estudio es una unidad que consiste de caliza masiva en capas mayores de un metro de espesor, presenta grandes estructuras de plegamiento normal, es común encontrar a esta unidad en posición discordante sobre las unidades J(Gn) y PE(Gn), se presenta morfológicamente como montañas escarpadas. En la parte sur de la área de estudio, esta unidad aparece en afloramientos aislados que constituyen techos colgantes sobre los cuerpos batolíticos que la han intrusionado y provoca marmolización. Sobreyace discordante a la unidad de gneis y migmatita del Complejo Xolapa (INEGI, 1989 y 1994a).

Caliza-Lutita-Arenisca, J-K(cz-lu-ar). Es una secuencia estratificada en capas de 10 a 40 cm que en la base es continental y hacia la cima se torna de ambiente marino. Esta unidad contiene areniscas, limolitas, lutitas, margas y

calizas, con ocasionales concreciones calcáreas y hematíticas, sobreyace discordante a rocas graníticas del Precámbrico, P(Gr) (*idem*).

Limolita-Arenisca, Ti(lm-ar) Unidad formada en un ambiente continental, de textura pelítica y samítica, presenta horizontes delgados de 3 a 10 cm de yeso fibroso, pedernal y caliche de color blanco, su color es rojizo; cubre discordantemente a las rocas clásticas del Cretácico Superior y subyace de igual modo a las rocas volcánicas terciarias, se correlaciona con la formación Yanhuitlán (INEGI, 1989).

Conglomerado, Q(cg). Esta unidad está compuesta por rocas clásticas depositadas en un ambiente continental, mal consolidadas, aparece en forma masiva, la cubre un suelo arenoso de 80 cm de espesor, sobreyace discordante a las rocas del Complejo Xolapa. Forma lomas de poca elevación (INEGI, 1994a).

Limolita-Arenisca, Ti(lm-ar). Es una unidad formada en ambiente continental de textura pelítica y samítica, cubre discordantemente a las rocas del Cretácico Superior y subyace de igual forma a las rocas volcánicas terciarias, se correlaciona con la formación Yanhuitlán; se encuentra en lomerío bajos y en sierras altas de cimas agudas (INEGI, 1989).

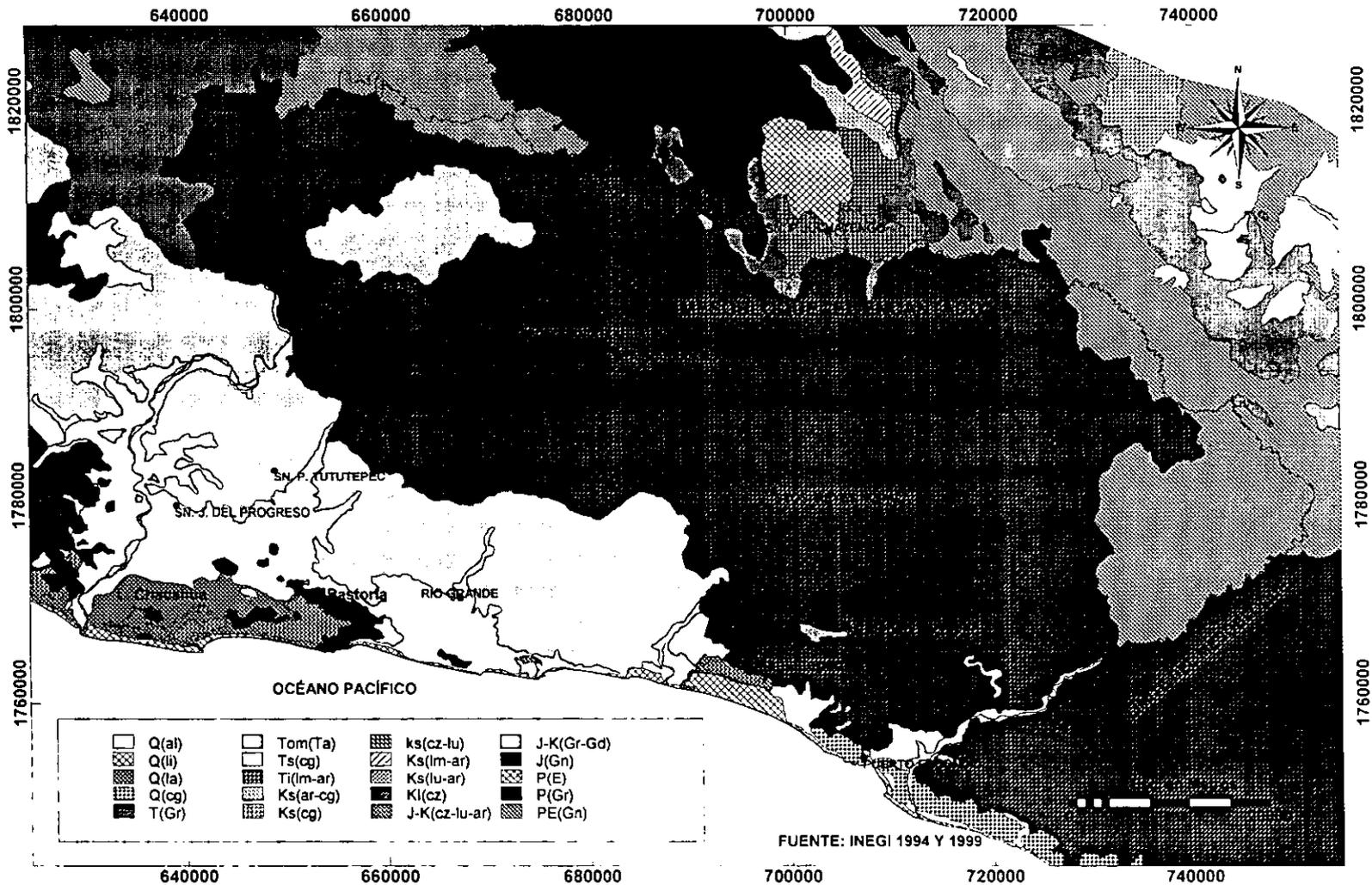
Depósitos Cuaternarios.

Aluvial, Q(al). Son los depósitos aluviales que comprenden fragmentos del tamaño de la arcilla, arena, guija y guijarros no consolidados, constituidos de roca, cuarzo, plagioclasas y micas, se encuentra en los valles intermontanos, planicies aluviales, como relleno de valles fluviales (por lo que se distribuye ampliamente en la zona costera), márgenes de ríos y arroyos, con una morfología de terrazas fluviales acumulativas (INEGI, 1994a).

Lacustre, Q(la). Son sedimentos lacustres, compuestos por una alternancia de depósitos arcillosos y arenosos de las lagunas perennes e intermitentes, los sedimentos se encuentran interestratificados en capas laminares y delgadas; Su expresión morfológica es de planicies que se distribuyen a lo largo de la franja costera, se encuentra principalmente en zonas bajas y llanas de las lagunas de Chacahua, Pastoría, Lagartero y Manialtepec (INEGI, 1994a).

Litoral, Q(li). Son sedimentos litorales no consolidados, depositados por la acción del oleaje, son resultado de la abrasión marina sobre las rocas preexistentes, están constituidos por arenas que varían de grano fino a grueso, principalmente cuarzo, feldespato, piroxenos, hornblenda, biotita, muscovita, granate y fragmentos de concha, estos sedimentos litorales se encuentran distribuidos en franjas angostas paralelas a lo largo de la línea de costa, presentan formación de dunas incipientes (INEGI, 1994a).

FIGURA 12. MAPA LITOLÓGICO DEL MESOBLOQUE "EL ENCANTADO", OAXACA



CRONOESTRATIGRAFÍA			
CENOZOICO (C)	CUATERNARIO (Q)		
	TERCIARIO (T)	TERCIARIO SUPERIOR (T _S)	PLIOCENO (T _{pl})
		TERCIARIO INFERIOR (T _i)	MIOCENO (T _m)
MESOZOICO (M)	CRETÁCICO (K)	CRETÁCICO SUPERIOR (K _s)	OLIGOCENO (T _o)
		CRETÁCICO INFERIOR (K _i)	EDCENO (T _e)
	JURÁSICO (J)	JURÁSICO SUPERIOR (J _s)	PALEOCENO (T _{pa})
		JURÁSICO MEDIO (J _m)	
		JURÁSICO INFERIOR (J _i)	
	TRIÁSICO (T _r)		
	PALEOZOICO (P)		
PALEOZOICO SUPERIOR (P _s)			
PALEOZOICO INFERIOR (P _i)			
PRECAMBRICO			

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS	ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS	ROCAS SEDIMENTARIAS	ROCAS METAMÓRFICAS	DEPOSITOS CUATERNARIOS
GRANITO (Gr)	TOBA ACIDA (Ta)	CALIZA (cz)	GNEISES (Gn)	ALUVIALES (al)
GRANODIORITA (GD)		ARENISCA (ar)		LACUSTRES (la)
		LUTITA (lu)		LITORALES (li)
		LIMOLIATA (lm)		
		CONGLOMERADO (cg)		

En conclusión, son distintos eventos los que han influido en la tectónica y geología del Mesobloque "El Encantado"; la reorientación de una subducción frontal a una oblicua de la Placa Farallón, la formación de la placa Caribe y la truncación de la margen continental debido al movimiento hacia el este del bloque Chortis, aunado con la migración hacia el noreste de la zona de subducción durante el Terciario Temprano. Todo lo anterior provocó deformaciones a lo largo de la margen del sureste de México, en consecuencia el Complejo Xolapa fue afectado por movimientos tectónicos de ascenso y levantado con respecto al área norte con la que limita (Meschede, *et al.*, 1996).

CAPITULO 4 MÉTODO.

Para cumplir con los objetivos de este trabajo, se delimitaron las unidades ambientales, por medio de una regionalización geomorfológica, tomando en cuenta la génesis del relieve; de ésta manera se realizó un levantamiento geomorfológico analítico, para lo cual se siguió en parte el método propuesto por el ITC (Verstappen y Van Zuidam, 1991); así como las adaptaciones que se han elaborado al mismo en el Instituto de Geografía de la UNAM por López-Blanco (1994, 1998), Rodríguez-Hernández (1999), Tápia (1999) y la metodología propuesta por Meijerink (1988), López-Blanco (op.cit.) además de aportaciones propias en lo que se refiere a la clasificación jerárquica espacial de las unidades ambientales por medio de los levantamientos analítico y sintético.

Para la realización de la regionalización geomorfológica y la obtención de las unidades ambientales se siguieron las siguientes etapas (Fig. 13):

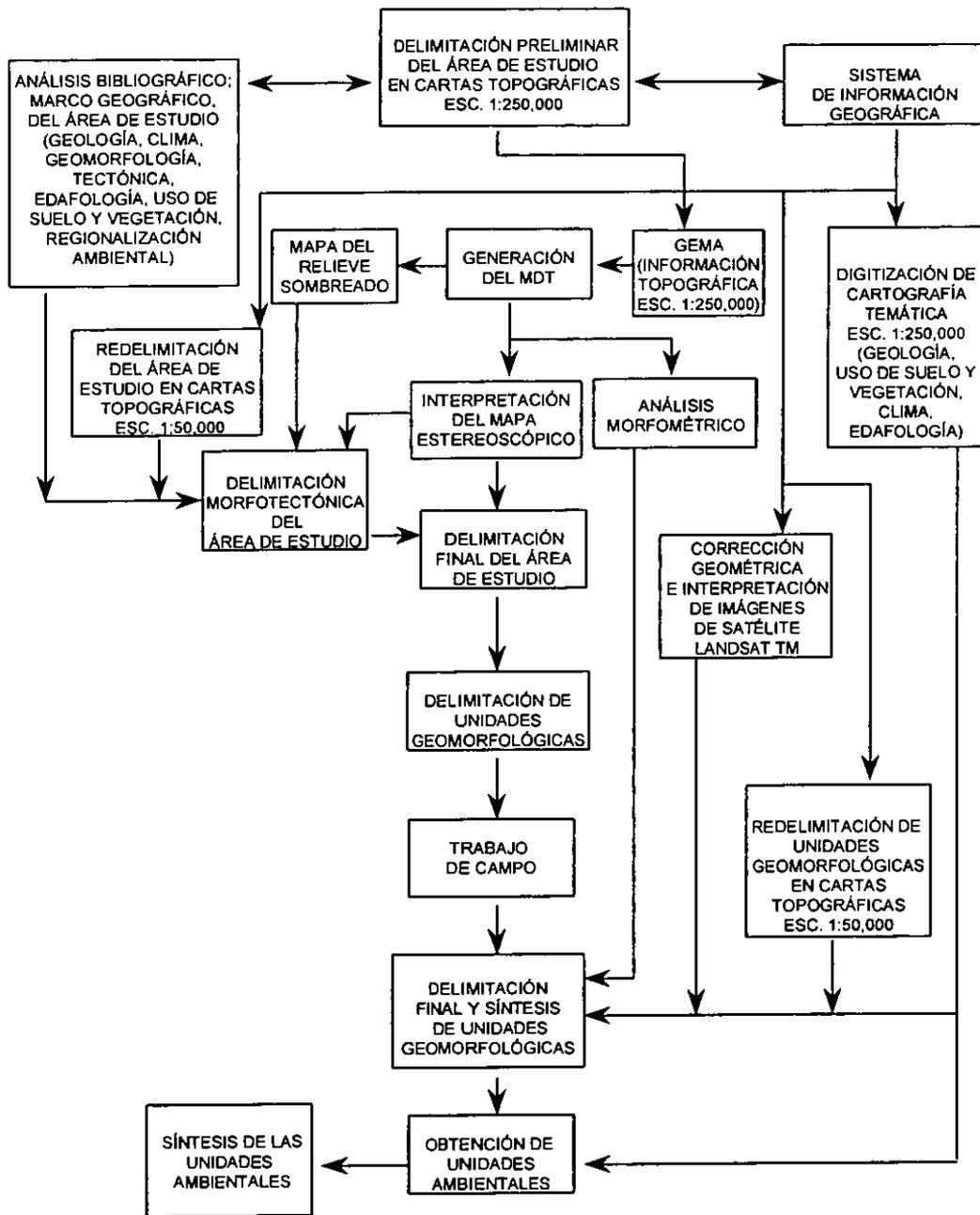


Figura 13. Diagrama de flujo de la metodología que se siguió para la delimitación de las unidades ambientales del Mesobloque "El Encantado", Oaxaca.

4.1.- Delimitación del Área de Estudio. Se realizó por medio de espaciomasas y cartas topográficas a escala 1:250,000 editados por el INEGI (1981). Con esto se determinó el área de estudio, como una unidad geomorfológica, con límites regionales claros y definidos estructuralmente. Las características a su interior, lo presentan como una unidad, determinada por una trama de lineamientos, que lo distingue de los terrenos adyacentes (Fig. 16).

4.2.- Recopilación, Análisis Bibliográfico y Cartográfico, fue una etapa fundamental para tener un mayor conocimiento del marco geográfico (tectónica, geología, clima, geomorfología, edafología, uso de suelo y vegetación) de la región de estudio. Una de las limitantes respecto a esta etapa fue la carencia de información principalmente de tipo edafológica, pues existe cartografía a escala 1:250,000 solo de la región de la costa, por lo que se cubrió el área con el mapa edafológico del INEGI (1982) a escala 1:1,000,000.

Por lo que respecta a la geología, la única fuente cartográfica existente a escala 1:250,000 es la del INEGI (1989 y 1994a), los estudios geológicos existentes en su mayoría son a nivel país o Sierra Madre del Sur, por lo que una revisión bibliográfica exhaustiva fué trascendental para entender la complejidad geológica del mesobloque.

4.3. - Corrección Geométrica e Interpretación de Imágenes de Satélite Landsat TM (Landsat Thematic Mapper), es amplia la literatura existente sobre la teoría, procesamiento y uso de imágenes de satélite, entre algunos autores se encuentran Lillesand y Kiefer (1994), Chuvieco (1990) y USDA (1996). Solo se mencionan las etapas más importantes que se tomaron en cuenta para el procesamiento e interpretación de imágenes de satélite en el SIG ILWIS:

a) Corrección Geométrica, se realizó para corregir la distorsión geométrica de la imagen ocasionada por la curvatura de la Tierra, la velocidad del satélite, las variaciones de su posicionamiento con respecto al nadir y las variaciones en su altura. Se utilizaron 95 puntos de control del terreno, que se identificaron claramente tanto en la imagen como en los mapas topográficos a

escala 1:50,000 y obteniendo sus coordenadas en UTM (Proyección Universal Transversa de Mercator), el error medio cuadrático resultante o Sigma fue de 0.62 píxeles.

b) Interpretación, las imágenes aeroespaciales incrementan la eficiencia del levantamiento geomorfológico, permiten una comprensión a través de datos multispectrales de las interrelaciones entre las geoformas y otros factores dominantes, además proporcionan una visión generalizada del conjunto de las macroformas del relieve y las morfoestructuras (Verstappen y Van Zuidam, 1991). Para el presente estudio, su uso se justifica por la extensión del mesobloque y por que el objetivo fue delimitar unidades ambientales a nivel regional. La desventaja principal fue que la imagen no cubre a la totalidad del mesobloque, por lo que se escanearon y georeferenciaron los espaciomapas editados por el INEGI (1995), además se cubrió con fotografía aérea elaborada por el INEGI (1985) a escala 1:80,000.

Para la interpretación de la imagen se generaron dos compuestos en falso color RGB con las bandas 753 (Fig. 14) y 432 (Fig. 15), el primero permitió eliminar la bruma y el humo ocasionado por los incendios forestales, lo cual fue útil para apreciar a los límites morfológicos de unidades en el área montañosa y a los cordones litorales asociados a planicies costeras. El segundo se utilizó para inferir el uso de suelo y vegetación (principalmente agricultura de riego, agricultura de temporal, pastizal y manglar) de la región costera. En áreas donde no existe pendiente como lo es la costa y que además por la escala de trabajo, los parámetros geomorfológicos que podrían utilizarse no son suficientes. El uso de suelo y vegetación fue trascendental para delimitar las unidades geomorfológicas, es decir algunos usos de suelo, por ejemplo la agricultura de riego, se asocia a las planicies fluviales, la agricultura de temporal y pastizal cultivado se asocian a planicies aluviales y piedemontes, por último el manglar a planicies lagunares costeras. En muchos casos la delimitación de las formas del relieve puede facilitarse por el estudio de la vegetación y los patrones de uso de suelo (Verstappen, 1977).

4.4.- Procesamiento del Modelo Digital del Terreno, Mapas de Pendientes, Altimétrico, del Relieve Sombreado, del Relieve Sombreado Estereoscópico y Captura en Formato Digital de Cartografía Temática.

Generación del MDT, un Modelo Digital del Terreno (MDT) es una representación digital de la superficie terrestre, generada por computadora; es decir, se trata de un conjunto de puntos de los cuales las coordenadas X, Y y Z son registrados en una base de datos (Skidmore, 1989).

Para la obtención del MDT, se utilizó el disco compacto GEMA, (Geomodelos de Altimetría del Territorio Nacional), editado por INEGI (1994), que contiene 255 modelos digitales de elevación elaborados a partir de cartas topográficas escala 1:250,000. La información fue procesada en el SIG ILWIS versión 2.1 la resolución espacial del MDT fue de 90 m.

4.4.1. Mapa del Relieve Sombreado (Fig. 16), su obtención implicó la aplicación de filtro direccional al MDT, ajustable para simular iluminaciones desde diferentes orientaciones, en este caso el filtro que se utilizó simula la iluminación con orientación Noroeste, de esta manera se logra una aparente tercera dimensión definida por la distribución de tonos de grises que facilita la percepción visual de las características del terreno (Savazzi, 1990 citado en Palacio *et al.*, 1991).

4.4.2. Mapa del Relieve Sombreado Estereoscópico (Fig. 17), se obtuvo por medio de filtros en la versión 1.4 de ILWIS, mediante el acoplamiento de los valores altitudinales del MDT y el mapa del relieve sombreado, para generar imágenes desplazadas (paralaje) proyectadas en pantalla con dos valores primarios distintos, lo que permite visualizarlo por medio de anaglífos en tercera dimensión.

4.4.3. Mapa de Pendientes del Terreno (Fig. 18), consiste en transformar las distancias entre curvas de nivel a valores de pendiente, los rangos que se representan en el mapa dependen de la escala, de la equidistancia entre curvas de nivel, de las condiciones fisiográficas y de los objetivos del trabajo (Lugo, 1991).

Fórmula generalizada para calcular pendientes en grados (ITC, 1998):
pendiente= atan (h/d)

Donde h= es la diferencia de altura entre dos puntos, d= es la distancia entre los dos puntos sobre el mapa.

Para elaborar el mapa de pendientes de manera automatizada en formato raster (o celdas) se utilizó el MDT, para ello se usaron dos filtros de gradientes que calculan la diferencias altitudinales para pixeles consecutivos en sentido horizontal y vertical, dado que la distancia entre los centros de los pixeles es conocida, la aplicación de funciones trigonométricas permite conocer la inclinación del terreno (Palacio y Luna, 1993).

Se tomó como base la clasificación de pendientes propuesta por Verstappen y Van Zuidam (1968-1975 citados en Van Zuidam 1985-1986), dicha clasificación consta de siete intervalos de pendiente, que consideran procesos morfodinámicos y condiciones del terreno. Posteriormente se modificaron los intervalos de pendiente para obtener una clasificación no lineal (Meijerink, 1988), es decir la clasificación final fue con base en la distribución de las frecuencias que reflejan las características morfométricas del mesobloque, finalmente se utilizaron con base a lo anterior ocho intervalos de pendiente (Fig. 18).

La clasificación antes mencionada fue útil para poder obtener una expresión gráfica en forma de mapa de esta característica morfométrica. Finalmente se utilizó la distribución de frecuencias donde se refleja el porcentaje del total del área del Mesobloque que ocupa cada intervalo de pendiente, la información obtenida sirvió para caracterizar por medio de ILWIS cada unidad individualmente con base en su pendiente dominante.

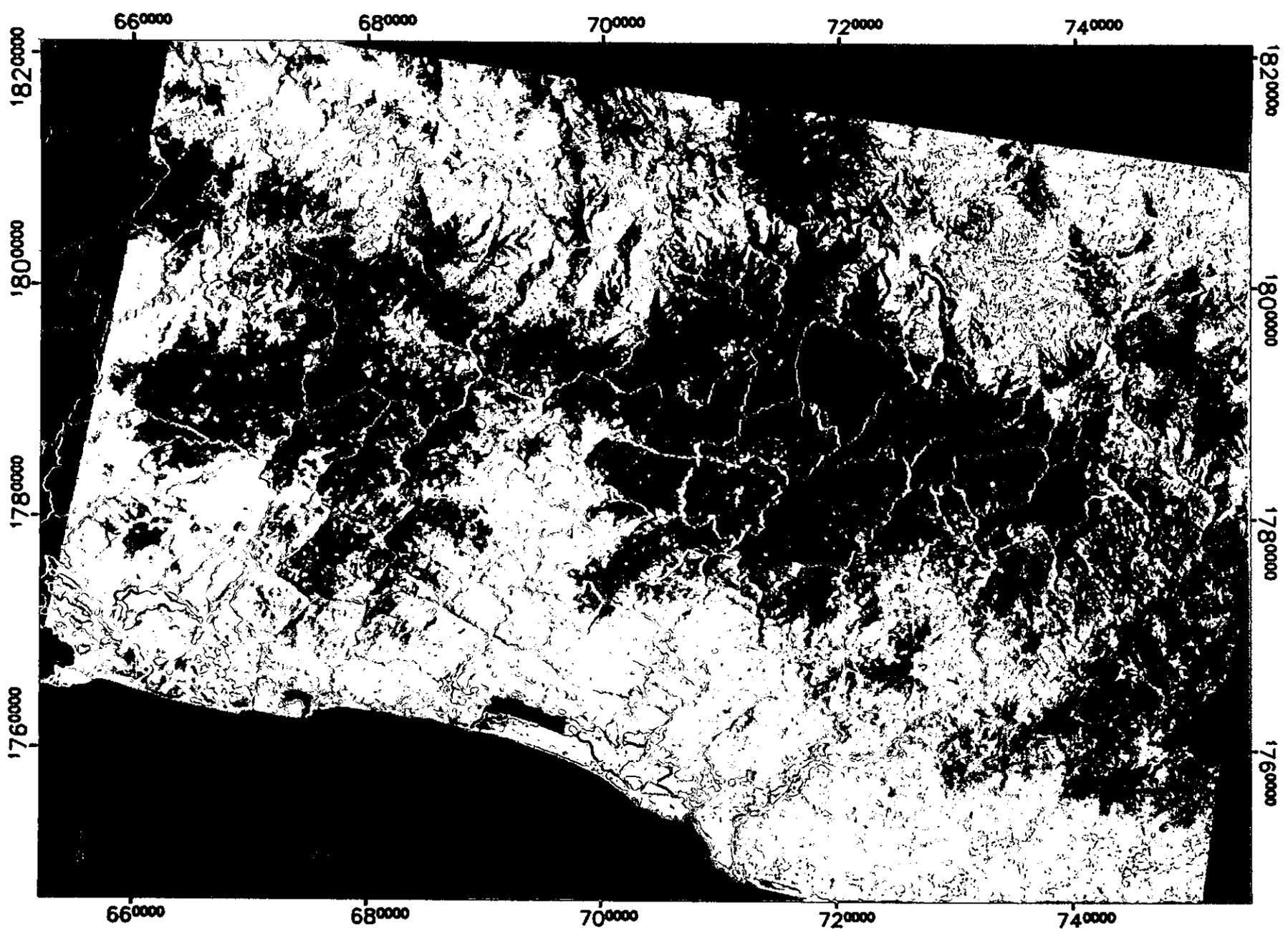


FIGURA 14. COMPUESTO RGB EN FALSO COLOR 753

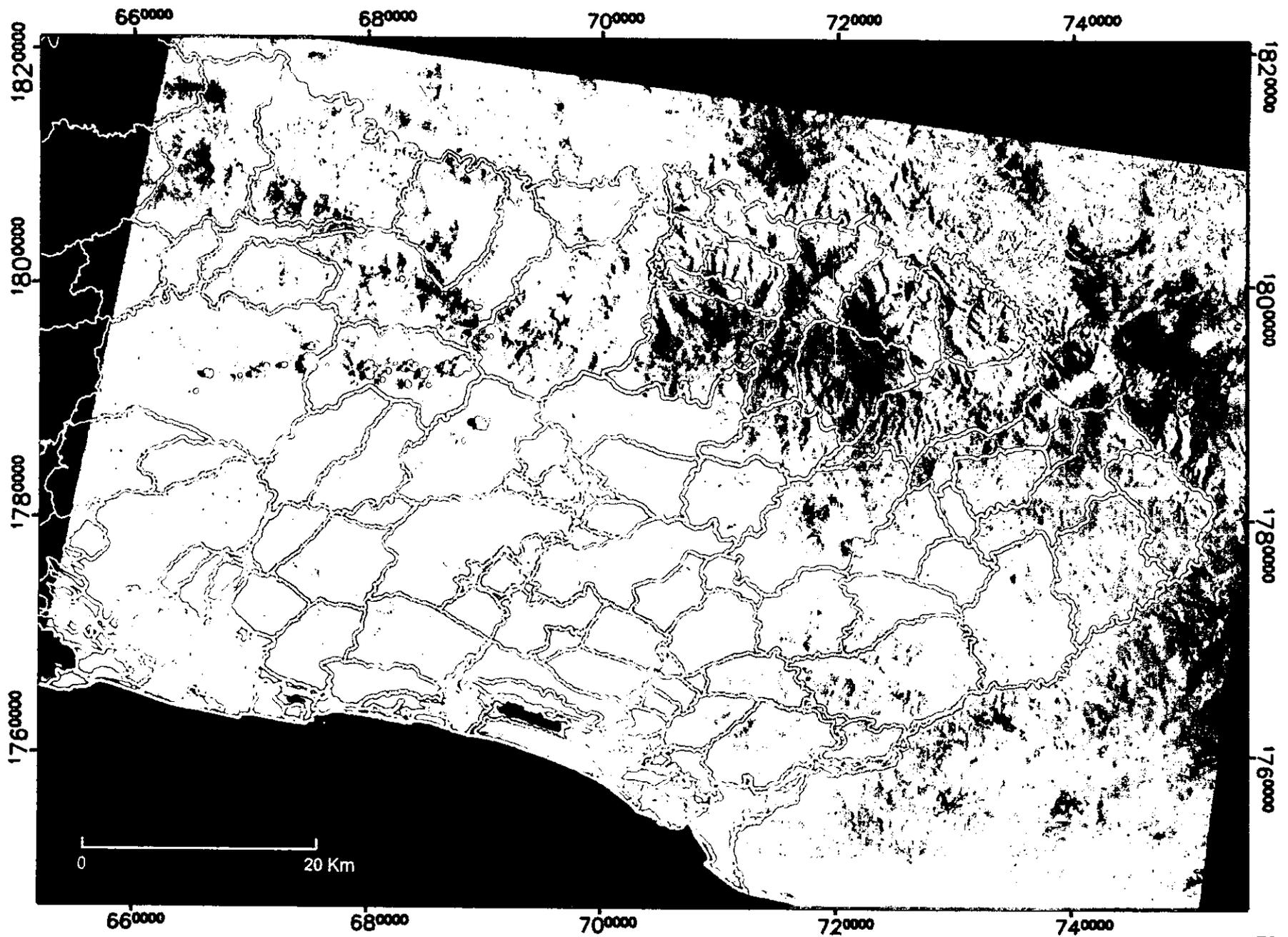


FIGURA 15. COMPUESTO RGB EN FALSO COLOR 432

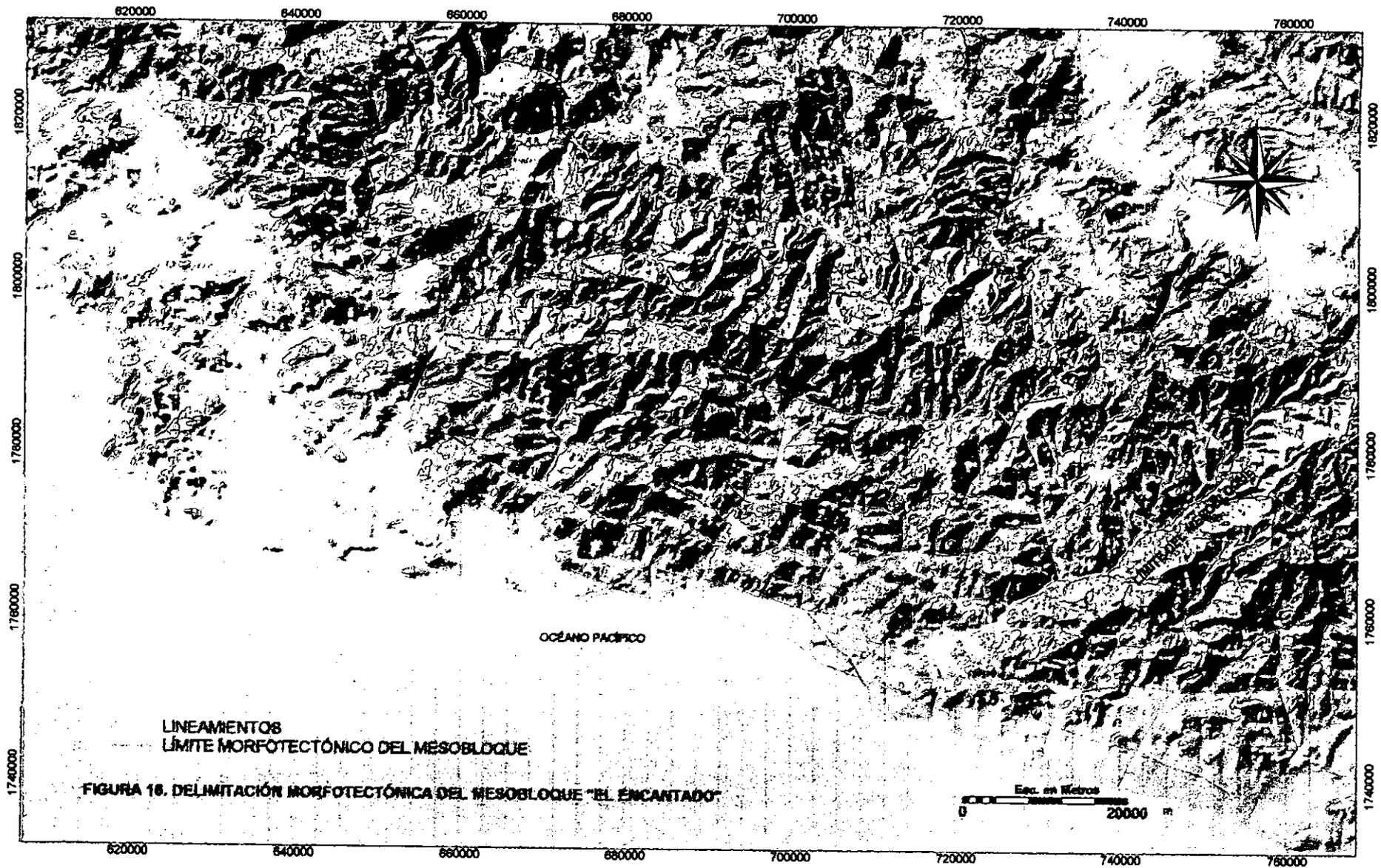
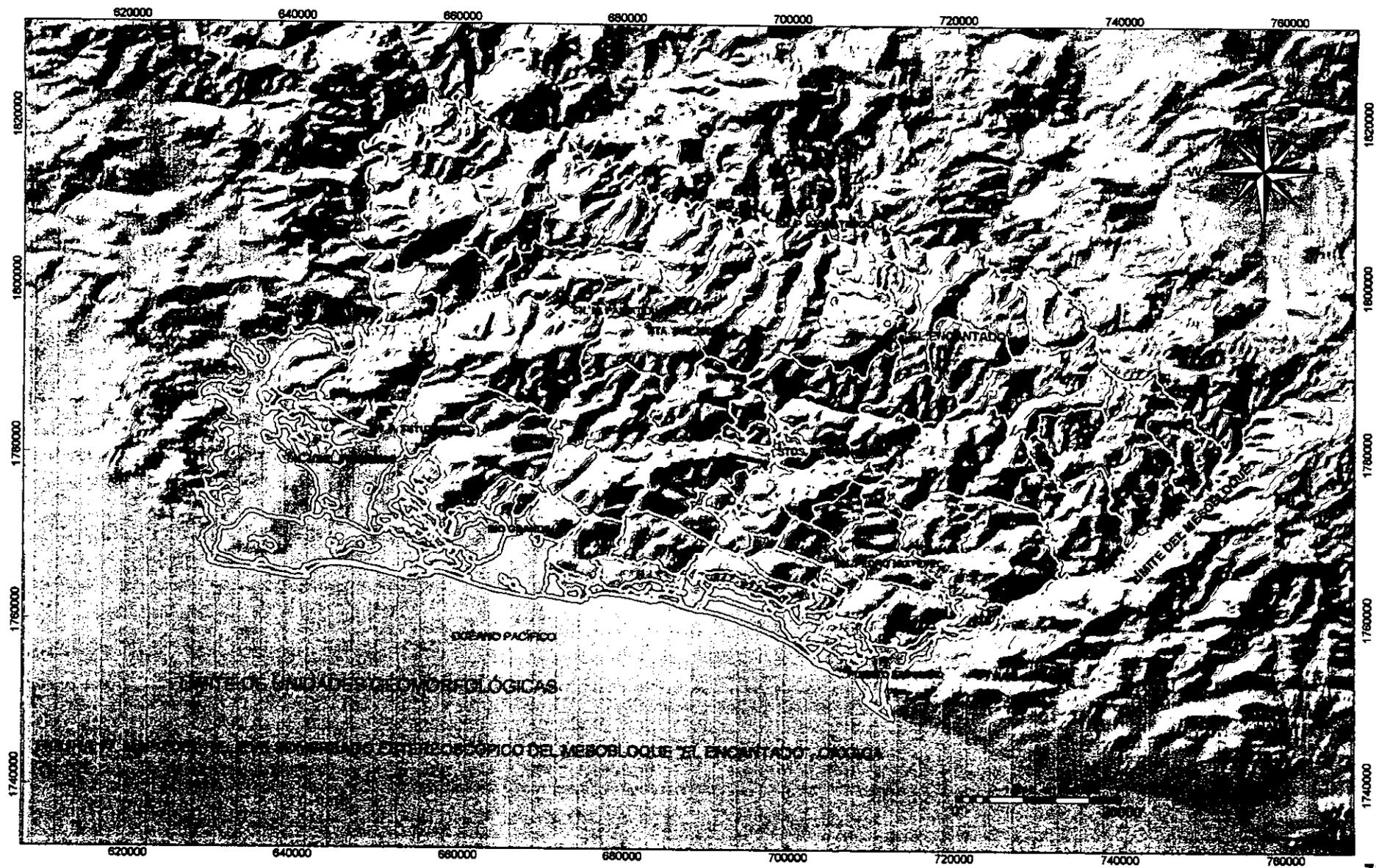


FIGURA 18. DELIMITACIÓN MORFOTECTÓNICA DEL MESOBLOQUE "EL ENCANTADO"



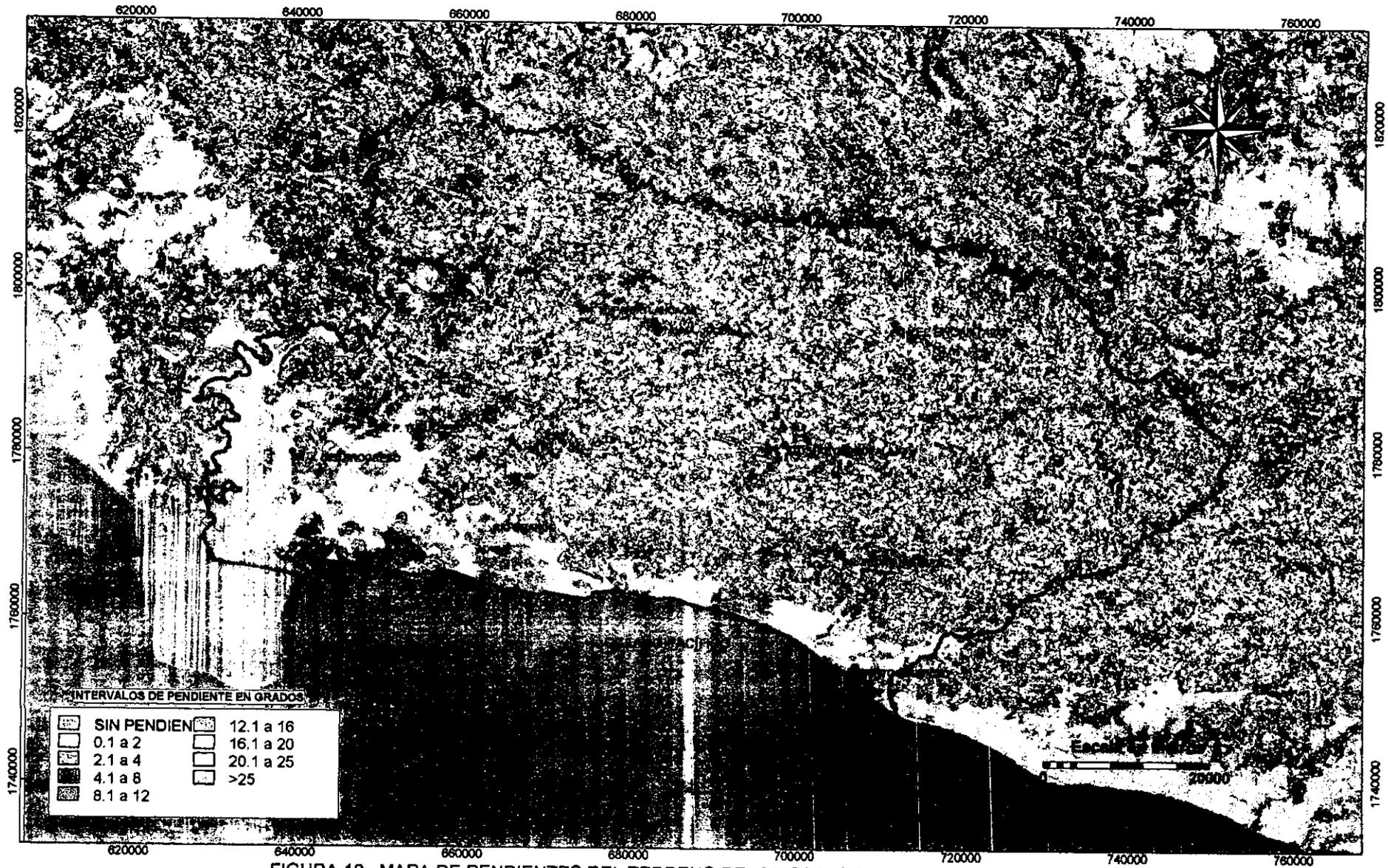


FIGURA 18. MAPA DE PENDIENTES DEL TERRENO DEL MESOBLOQUE "EL ENCANTADO", OAXACA

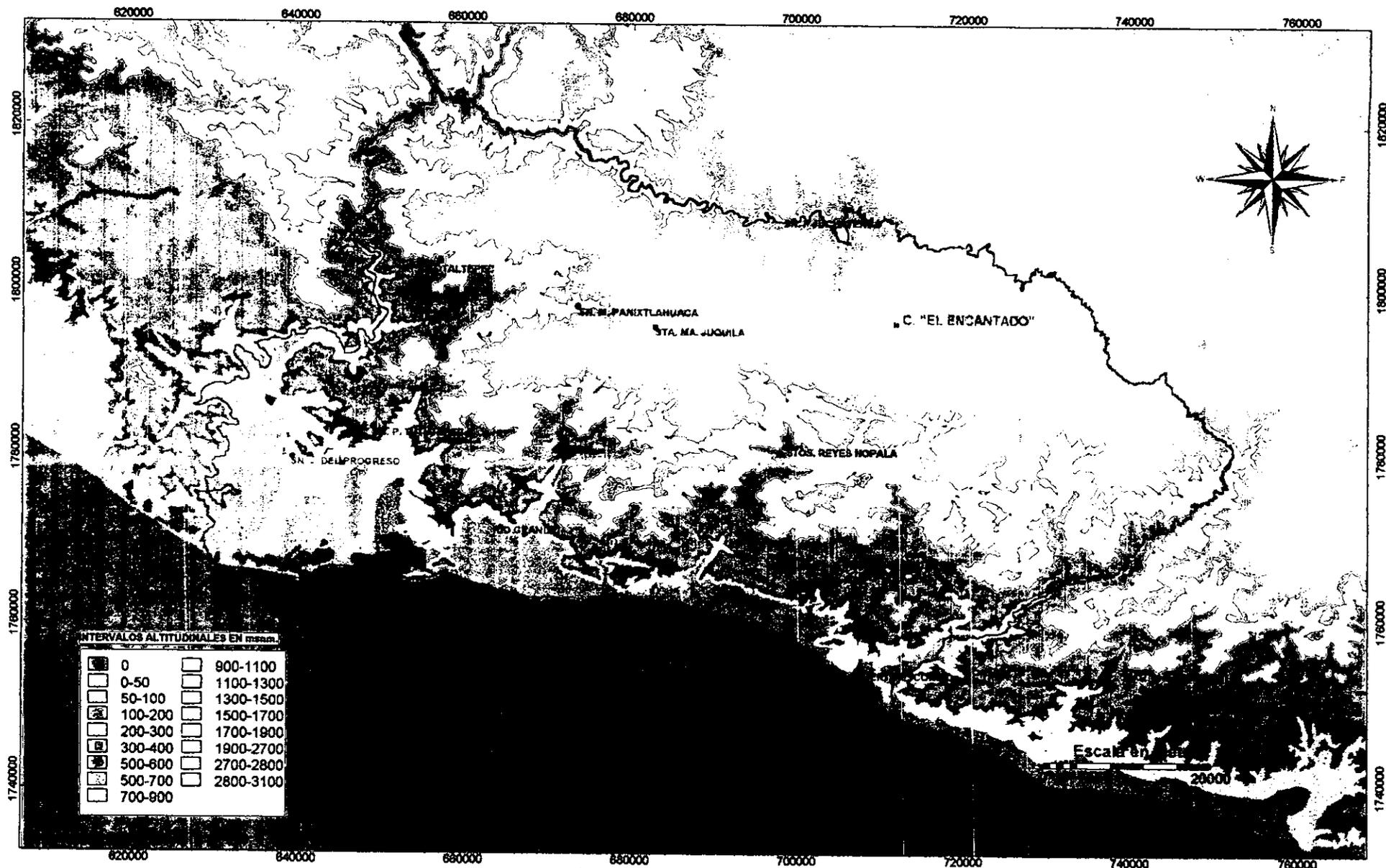


FIGURA 19. MAPA ALTIMÉTRICO DEL MESOBLOQUE "EL ENCANTADO", OAXACA

4.4.4. Mapa Altimétrico (Fig. 19), se caracteriza por que simplifica los valores de un mapa topográfico. El problema fundamental consiste en definir los intervalos de valores altitudinales que han de delimitarse, a partir de las alturas máximas y mínimas del mapa topográfico original, no existen reglas para ello. En la interpretación geomorfológica de mapas la información que proporciona la hipsometría es fundamental en los estudios de procesos exógenos, las morfoestructuras y la morfogénesis (Lugo op. cit.).

En el caso del Mesobloque "El Encantado", el mapa altimétrico se generó a partir del MDT, reclasificando sus valores en 15 intervalos altitudinales por medio de una modificación con base en la distribución de frecuencias de cada pixel.

La ventaja de utilizar el MDT es la rapidez para procesar la información para generar los mapas morfométricos antes descritos, la desventaja principal es en la región de la costa ya que la información topográfica es a escala 1:250,000 y cada curva nivel se encuentra a cada 100 m de altitud, por lo que se generalizó demasiado en un área muy heterogénea (por el tipo de procesos geomorfológicos que ahí se presentan) aunque la escala es la adecuada para un estudio a nivel regional, la morfometría para el área costera debiera obtenerse a una escala más detallada.

4.4.5. Digitalización de Cartografía Temática, los mapas temáticos (ver apartado de revisión bibliográfica y recopilación cartográfica) se digitalizaron en ILWIS y se almacenaron en bases de datos en formato raster, se utilizó una resolución de 90 m (tamaño del pixel), la ventaja principal fue la rapidez para generar la base de datos geográfica y la facilidad para usarlas para la obtención de las unidades ambientales, la desventaja principal fue que no toda la cartografía temática estaba disponible.

4.5.- Delimitación del Mesobloque "El Encantado" (Fig. 16), La región de estudio se encuentra comprendida dentro de la categoría de mesorelieve (de acuerdo con la clasificación jerárquica, realizada por Tricart, 1965) pues su extensión es de miles de km². Sus límites están claramente definidos en su parte

norte un lineamiento paralelo a la Trinchera Mesoamericana (que podría ser el límite entre los complejos metamórficos Acatlán y Xolapa, en el área del mesobloque) y por dos lineamientos transversales al este y oeste (Fig. 16). Para su delimitación se realizó una regionalización morfotectónica, para ello se siguió parcialmente la jerarquización morfoestructural propuesta por Hernández-Santana *et al.* (1994 y 1995) pero con la diferencia principal de que se utilizó el mapa del relieve sombreado para trazar primeramente los lineamientos regionales que delimitan al Mesobloque y los lineamientos que se encuentran a su interior que delimitan una jerarquía del relieve más baja como son los bloques tectónicos (Fig. 16), posteriormente se tomó el nombre de la cima con mayor altitud sobre el nivel del mar, en este caso correspondió según la toponimia de INEGI al cerro "El Encantado" (Fig. 16), con una altitud de 2750 msnm.

Es importante destacar que en la regionalización morfoestructural de la Sierra Madre del Sur, elaborada por Hernández-Santana *et al.* (1995), no se delimitó al Mesobloque "EL Encantado", en este contexto, la ventaja de utilizar mapas del relieve sombreado permite tener una mayor visión sobre las características morfoestructurales de una región, que pueden no ser muy evidentes en cartas topográficas.

Posteriormente se trazaron y digitalizaron los límites morfológicos del mesobloque, por medio de una interpretación en una impresión a escala 1:250,000 del mapa del relieve sombreado estereoscópico (Fig. 17), dichos límites se detallaron utilizando cartas topográficas a escala 1:50,000 así como en el compuesto en falso color 753 (Fig. 14), de imágenes de satélite LANDSAT TM, es importante mencionar que solo se corrigieron los límites y no se realizó la regionalización geomorfológica a dicha escala.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

4.6.-Delimitación de Unidades Geomorfológicas, se tomaron parámetros fundamentales del relieve como:

a) Origen (endógeno tectónico denudativo, y exógeno acumulativo).

b) Tipo General:

Laderas de montaña.

Lomeríos.

Piedemontes.

Planicies.

Tipo Particular:

Laderas de montaña bloque altas, medias y bajas.

Lomeríos altos, medios y bajos.

Piedemonte, piedemonte superior, inferior, local.

Planicies costeras, lagunares-costeras, aluviales y aluviales intermontanas.

c) Edad de las rocas, de las estructuras y de las formas (está estrechamente relacionada con la activación del proceso de subducción de la Trinchera Mesoamericana durante el Mioceno) y de las formas (esencialmente del Pleistoceno y Holoceno), para la edad de las rocas se utilizó la cartografía de INEGI (1985 y 1994a).

d) Clase Geométrica, para la caracterización de las unidades geomorfológicas se tomaron en cuenta parámetros morfométricos como altura relativa (para clasificar las unidades de laderas y lomeríos en altos medios y bajos), altura absoluta y pendiente. Para la delimitación de las unidades geomorfológicas en la fase de interpretación del mapa del relieve sombreado estereoscópico y de los mapas topográficos a escala 1:50,000. Se tomaron en cuenta de manera visual y cualitativa la concavidad, convexidad, altura y pendiente de las laderas; el mapa de pendientes no se usó para delimitar las unidades, solo para caracterizar a manera de síntesis cada unidad individualmente.

La altura relativa, es la diferencia de altitud entre la cima y el nivel de base local, ambos se ubicaron para cada unidad geomorfológica por medio de una sobreposición del mapa geomorfológico al MDT, se obtuvieron los valores altitudinales por cada unidad geomofológica de manera visual con ayuda de los mapas del relieve sombreado y del relieve sombreado estereoscópico. Los rangos se determinaron con base en la distribución de frecuencias de los valores altitudinales, la clasificación fue la siguiente:

- Laderas de Montaña Bloque, se subdividieron en altas (altura relativa de 1000 a 1633 m), medias (altura relativa de 600 a menos de 1000 m), bajas (altura relativa de más de 200 a 600 m).

- Los Lomeríos se subdividieron en altos (altura relativa de >150 a 200 m) medios (altura relativa de >100 a 150 m) y bajos (altura relativa de >50 a 100 m).

- Piedemontes en algunos casos, donde había parámetros del relieve como un cambio de pendiente o por características morfológicas. Por su posición topográfica se clasificaron en inferiores y superiores.

Altura Absoluta, es la altura de las cimas sobre el nivel del mar, ocasionalmente es empleada en el mapeo a pequeña y mediana escalas, añade muy poca información esencial (Verstappen y Van Zuidam, op. cit.).

4.7.- Trabajo de Campo, se realizaron dos salidas de campo, la primera solo cubrió el área de las Lagunas de Chacahua y Puerto Escondido, la segunda, algunas unidades geomorfológicas específicas de la costa y el área montañosa. Dado la extensión del área de estudio el trabajo de campo fue selectivo en unidades donde existía duda para su delimitación, se corrigieron algunos límites, principalmente en la planicie costera (pc01) además se corroboró la influencia de la tectónica sobre las formas del relieve costero (atestiguado por la existencia de terrazas). La limitante principal es que el trabajo de campo fue insuficiente, pues no se cubrió la totalidad del Mesobloque, pero en un estudio a escala 1:250,000 de carácter regional es difícil cumplir con tal requisito por lo que debe realizarse selectivamente en áreas específicas.

4.8.- Obtención de Unidades Ambientales (ver capítulo de resultados) se obtuvieron por medio de una adquisición estructurada y el ingreso de atributos del terreno ligados a las unidades de mapeo geomorfológicas (Meijerink, 1988). La base del método es la clasificación genética de dichas unidades y el análisis de los sistemas de terreno.

De acuerdo a lo anterior se utilizó como base a la regionalización geomorfológica, posteriormente cada unidad contenida en ella, se "cruzó" con información de los mapas temáticos (geología, edafología, clima y uso de suelo y vegetación), dichos atributos fueron almacenados en una base de datos en forma de tablas sintéticas, el resultado contiene la información de tal operación, es muy importante aclarar que las unidades ambientales, no son una sobreposición de mapas, sino una síntesis a manera de inventario de los componentes que se tomaron en cuenta del medio natural, el resultado es útil para hacer un diagnóstico ambiental, para realizar un monitoreo a nivel regional de un área extensa incluso a nivel estatal.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS .

5.1. REGIONALIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA.

La clasificación del relieve debe realizarse con base en sus características significativas. Las cuales son: morfográficas, morfométricas, morfogénesis (endogénesis y exogénesis) y la edad del relieve superficial; construyendo un sistema de clasificación complejo por medio de una alternancia de los parámetros antes mencionados (Spiridinov, 1952 en Spiridinov, 1972).

La regionalización geomorfológica es la división de un territorio con base en criterios locales no repetidos, así como de sus propiedades de relieve condicionadas por el clima, la vegetación, la estructura del basamento, la cubierta sedimentaria, el material no consolidado y la actividad del hombre (Lugo, 1989).

En el caso del Mesobloque "El Encantado", dichas propiedades son resultado principalmente del control tectónico regional, condicionado por la geodinámica interna, que es resultado directo del proceso de subducción iniciado desde el Mioceno Tardío (ver geología y tectónica), que además se refleja en el metamorfismo regional de la litología y en la disposición y arreglo espacial longitudinal paralelo a la costa del Océano Pacífico, del Complejo Metamórfico Xolapa (Fig. 7); en consecuencia las formas del relieve están controladas por la estructura y la geología que ahí se presenta.

La tectónica regional, también se refleja en un fracturamiento y fallamiento paralelos a la línea de costa y a la Trinchera Mesoamericana, muy evidentes a la escala de trabajo que dan como resultado movimientos tectónicos hipotéticos compresivos, distensivos y un control sobre la red fluvial. Las fallas y fracturas transversales a las mencionadas anteriormente son resultado de dichos movimientos (Fig. 16).

La delimitación del área de estudio corresponde a los límites morfológicos de una unidad morfotectónica enmarcada en la categoría espacial jerárquica de

mesorelieve (ver método). A su vez, cada uno de los cuatro tipos de relieve delimitados (laderas de montaña bloque, lomeríos, piedemontes y planicies), conforman grandes grupos de unidades geomorfológicas individuales, que de acuerdo con la propuesta de la jerarquización del relieve del levantamiento sintético del método ITC (Verstappen y Van Zuidam, 1991), corresponden a la jerarquía espacial de Sistemas de Terreno (ST), que se refieren a una unidad de paisaje o al desarrollo característico del relieve en un conjunto ecológico específico, determinado por la génesis la litología y el clima (Verstappen y Van Zuidam, op.cit.).

Los SG delimitados en El Mesobloque "El Encantado", se dividen en Subsistemas Geomorfológicos (SBSG) (Fig. 20) que corresponden a los tipos particulares del relieve: Laderas de Montaña Bloque Altas, Medias y bajas; Lomeríos Altos, Medios y Bajos; Piedemontes, Piedemontes Superiores e Inferiores, por último las Planicies Aluviales, Fluviales, Costeras y Lagunares-Costeras.

A su vez un SBSG está conformado por una asociación de Unidades Geomorfológicas (UG) (Fig. 20) que tienen la jerarquía espacial de Unidades de Terreno (UT), estas últimas en el área de estudio corresponden a la subdivisión de los SBSG del relieve montañoso y algunos Piedemontes, poseen características externas e internas distintas a aquellas unidades que las rodean, con las que genéticamente están relacionadas, se refieren a una forma del relieve morfogenética específica (Verstappen y Van Zuidam, op. cit.).

Para el manejo de las UG en la base de datos, la clasificación geomorfológica de cada unidad va acompañada de un código numérico. Las UG a la escala de trabajo, son la base cartográfica esencial, para la posterior obtención de las unidades ambientales.

Con base en lo anterior, El Sistema de Laderas de Montaña Bloque se dividió en tres Subsistemas, que están constituidos por unidades más homogéneas con base en su altura relativa (ver método) como son: Laderas de Montaña Bloque Altas, Medias y Bajas; el Sistema de Lomeríos se fragmentó en Lomeríos Altos, Altos Aislados Medios, Bajos y Bajos Aislados; el Sistema de Piedemontes en algunos casos se subdividió por su posición topográfica en

Piedemontes Inferiores y Superiores; el Sistema de Planicies se fragmentó por su origen en Planicies Costeras, Aluviales, Fluviales, Lagunares Costeras, Aluviales y Aluviales Intermontanas.

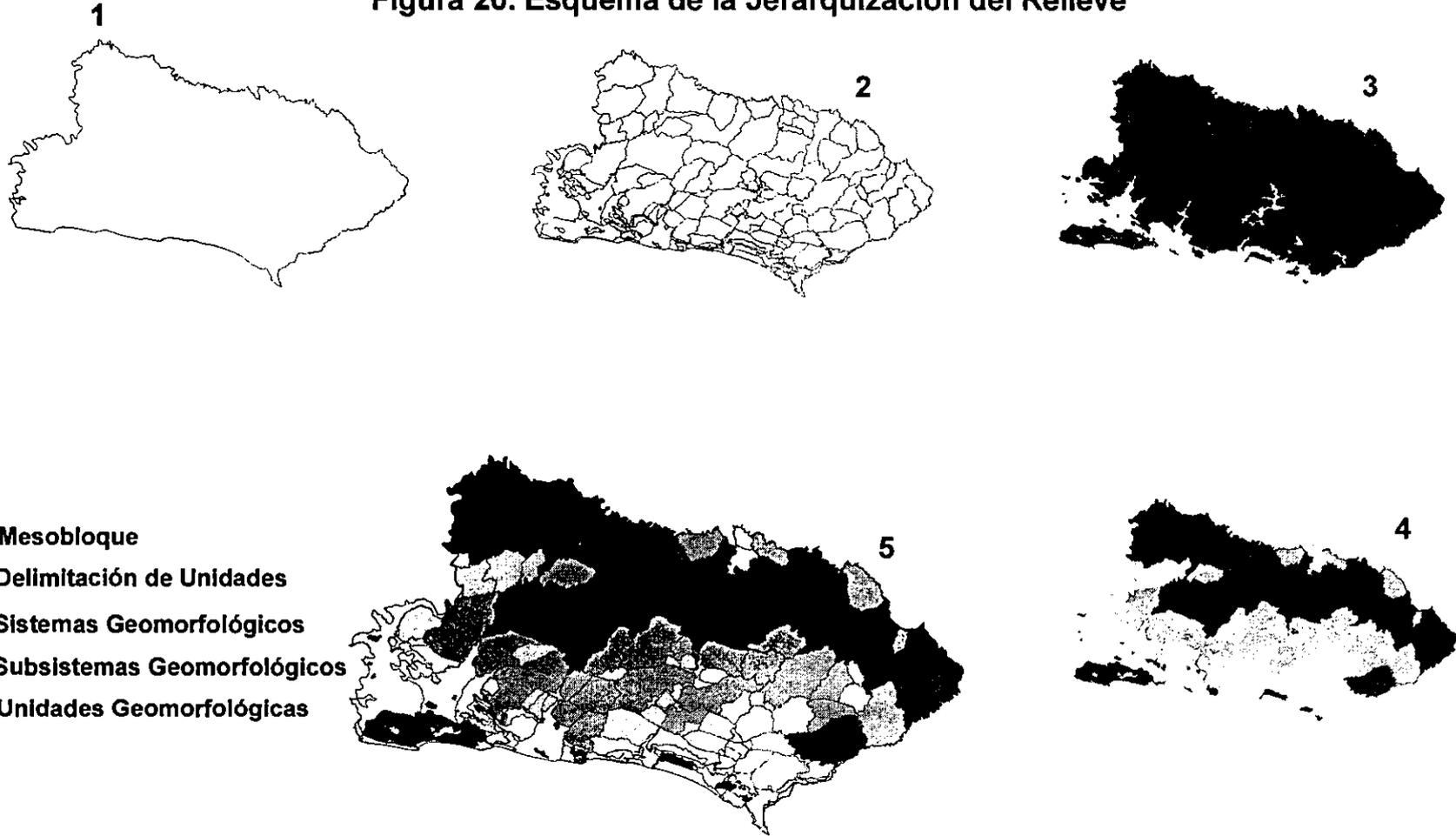
Para la descripción de las formas del relieve se utilizarán los términos Sistemas Geomorfológicos, como sinónimo de ST; Subsistemas Geomorfológicos (que es la principal adaptación de esta tesis a la clasificación jerárquica espacial del método ITC, Verstappen y Van Zuidam op. cit.) y Unidades Geomorfológicas como sinónimo de Unidades de Terreno.

SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS (SG)

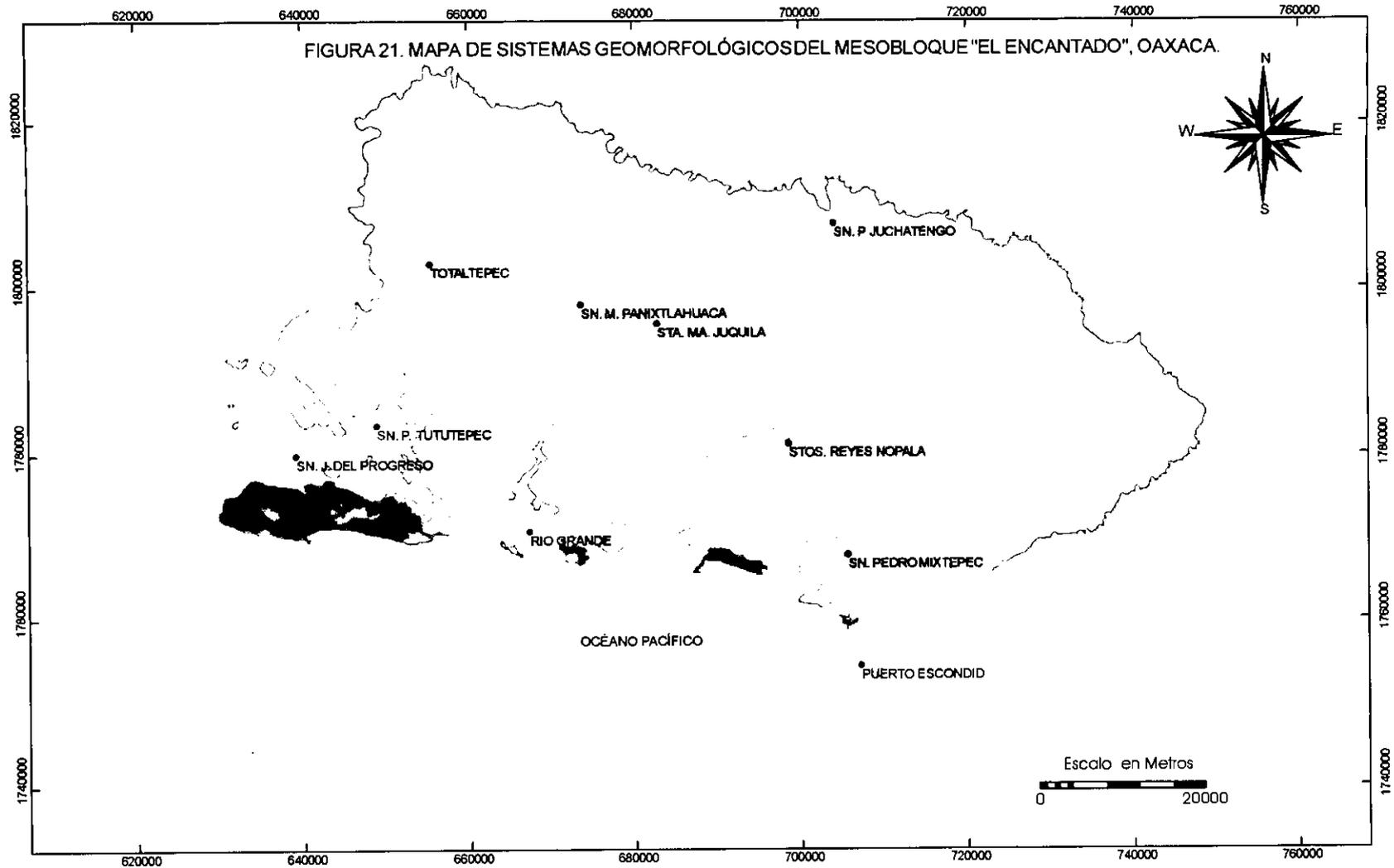
5.1.1. Sistema de Laderas de Montaña Bloque (Fig. 21), de origen tectónico-denudativo, con cimas agudas convexas y laderas cóncavas principalmente, afectadas por movimientos compresivos y distensivos (evidenciados por el fallamiento, Fig. 16) iniciados desde el Plio-Cuaternario. Es un sistema en el cual la tectónica ejerce un mayor control que la erosión, por lo cual los límites de las unidades coinciden con el fallamiento que se observa en el Mesobloque.

En la porción este se encuentran constituidas esencialmente por rocas metamórficas (gneises) del Precámbrico (Complejo Oaxaqueño); al noreste del área de estudio, se emplazan rocas metamórficas (gneises) del Jurásico, rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico al noroeste, sur y sureste. Con una altitud máxima de 2750 y mínima de 320 msnm, altura relativa comprendida de >200 m a 1633 m (Fig. 22), con intervalos de pendiente dominante máxima de 10° a 21° y mínima de 5° a 12°.

Figura 20. Esquema de la Jerarquización del Relieve



- 1. Mesobloque**
- 2. Delimitación de Unidades**
- 3. Sistemas Geomorfológicos**
- 4. Subsistemas Geomorfológicos**
- 5. Unidades Geomorfológicas**



LEYENDA

<p><input type="checkbox"/> SISTEMA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE DEL PLIO-CUATERNARIO, DE ORIGEN TECTÓNICO DENUDATIVO. CONSTITUIDAS POR ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y EN MENOR PROPORCIÓN POR GENEISES DEL PRECÁMBRICO. CON ALTURA RELATIVA COMPRENDIDA ENTRE >200m A 1633m.</p>	<p>SISTEMA DE PIEDEMONTES DE ORIGEN EXÓGENO DENUDATIVO-ACUMULATIVO Y ACUMULATIVO DEL CUATERNARIO. SOBREYACEN PRINCIPALMENTE EN ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO Y EN ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO.</p> <p><input type="checkbox"/> PIEDEMONTES <input type="checkbox"/> PIEDEMONTES SUPERIORES <input type="checkbox"/> PIEDEMONTES INFERIORES <input type="checkbox"/> PIEDEMONTE INTERMONTANO <input checked="" type="checkbox"/> PIEDEMONTE INFERIOR DISECTADO</p>	<p style="text-align: center;">SISTEMA DE PLANICIES</p> <p>PLANICIES ALUVIALES, PLANICIES FLUVIALES Y PLANICIES FLUVIO-DELTAICAS, DE ORIGEN EXÓGENO ACUMULATIVO DEL CUATERNARIO CONSTITUIDAS POR DEPÓSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO, EN MENOR PROPORCIÓN (PLANICIES ALUVIALES INTERMONTANAS) SOBREYACEN EN ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y EN ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO.</p> <p><input type="checkbox"/> PLANICIES ALUVIALES <input type="checkbox"/> PLANICIES ALUVIALES INTERMONTANAS <input type="checkbox"/> PLANICIE FLUVIAL <input type="checkbox"/> PLANICIE FLUVIO-DELTAICA</p>
<p><input type="checkbox"/> SISTEMA DE LOMERIOS DEL PLIO-CUATERNARIO, DE ORIGEN TECTÓNICO DENUDATIVO. CONSTITUIDOS POR ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y POR ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO. CON ALTURA RELATIVA COMPRENDIDA DE >50m A 200m.</p>	<p><input type="checkbox"/> SISTEMA DE DE PLANICIES COSTERAS Y LAGUNARES COSTERAS DEL CUATERNARIO, DE ORIGEN EXÓGENO ACUMULATIVO (PLANICIES COSTERAS), CONSTITUIDAS POR DEPÓSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO; Y DE ORIGEN FLUVIO-MARINO (PLANICIES-COSTERAS), CONSTITUIDAS POR DEPÓSITOS LACUSTRES DEL CUATERNARIO.</p> <p><input type="checkbox"/> PLANICIES COSTERAS <input type="checkbox"/> PLANICIE COSTERA DE PLATAFORMA <input checked="" type="checkbox"/> PLANICIES LAGUNARES COSTERAS <input type="checkbox"/> PLANICIE LAGUNAR FLUVIAL</p>	

FIGURA 22. GRÁFICA DE ALTURA ABSOLUTA DE LOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS.

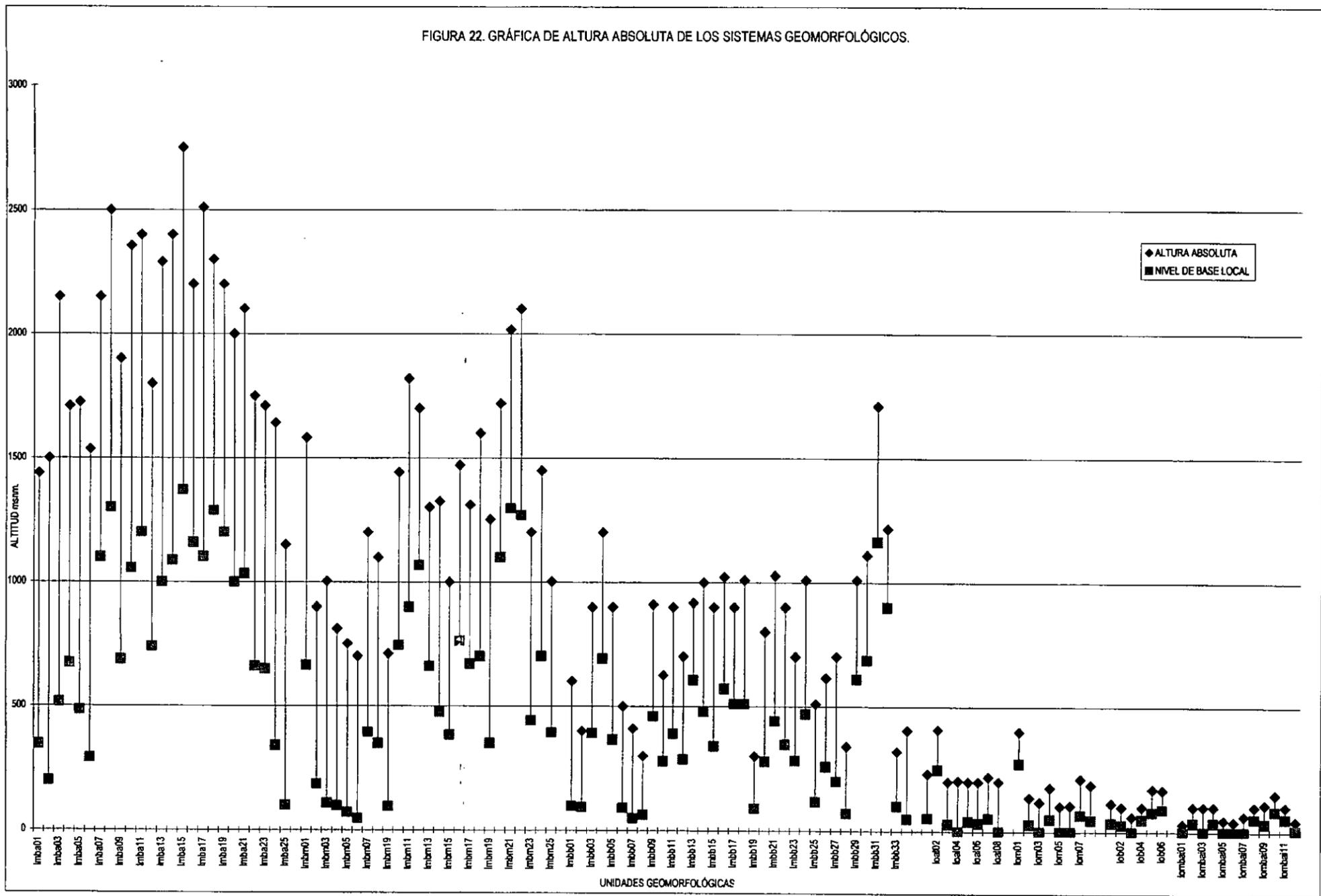


FIGURA 22. GRÁFICA DE ALTURA RELATIVA DE LOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS.

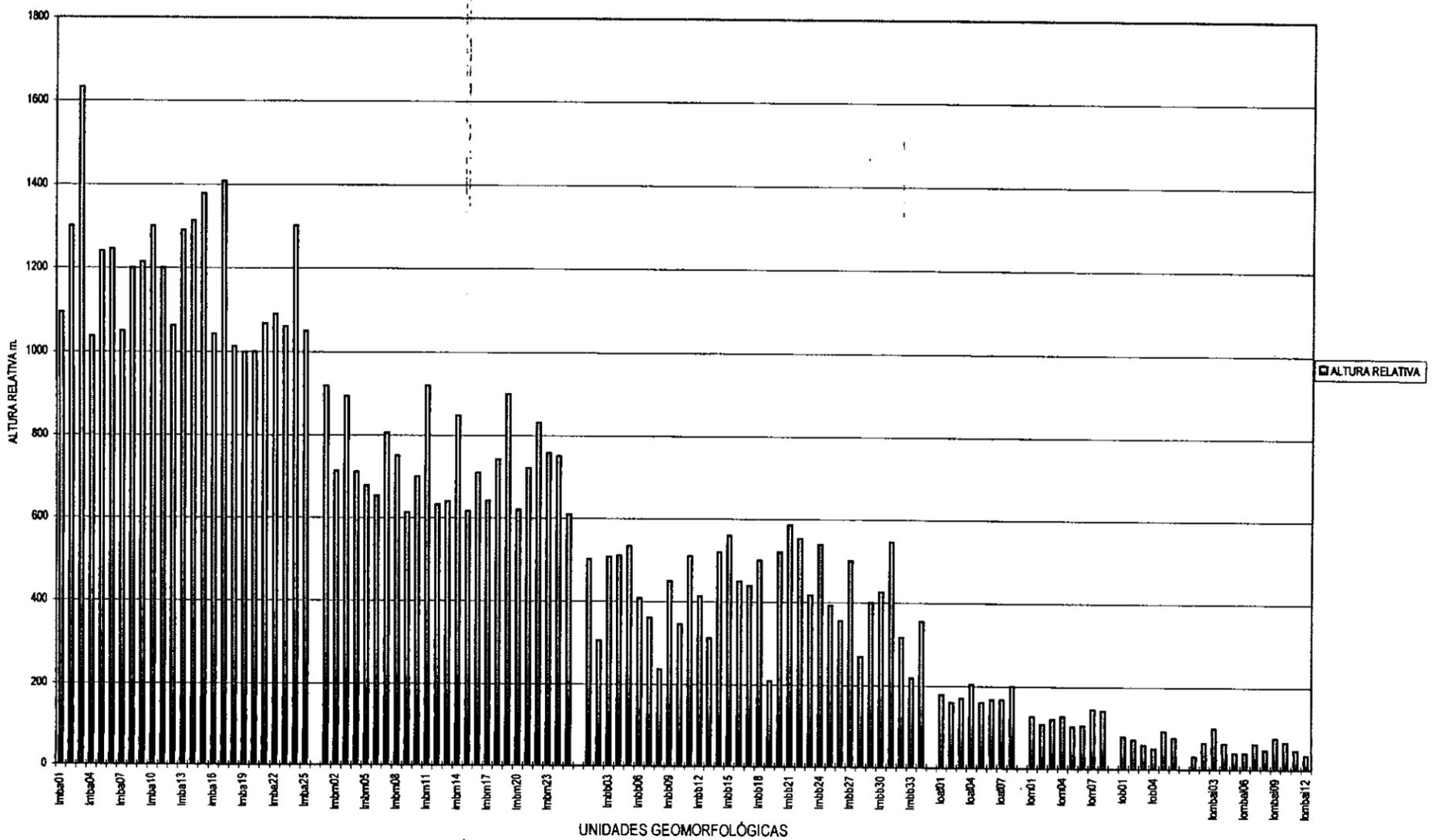


Tabla 2. Síntesis de las características geomorfológico-analíticas del Sistema de Laderas de Montaña Bloque.

SISTEMA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE				
ORIGEN	TIPO	EDAD DE LAS FORMAS	LITOLOGÍA	CLASE GEOMÉTRICA (MORFOMETRÍA)
Endógeno Tectónico-Denudativo	Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Altas (lmba)	Plio-Cuaternario	Constituidas principalmente por rocas metamórficas del Complejo Xolapa (gneises) del Jurásico y en menor proporción por rocas metamórficas del Complejo Oaxaqueño (gneises) del Precámbrico.	Altura relativa entre >1,000 a 1,600 m. Altura absoluta de 2750 msnm. Intervalos de pendiente dominante mayor de 14 a 24° y menor de 7 a 12°
	Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Medias (lmbm)		Constituidas por rocas metamórficas del Complejo Xolapa (gneises) del Jurásico; rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico y rocas metamórficas del Complejo Oaxaqueño (gneises del Precámbrico).	Altura relativa comprendida de >600 a 1,000 m. Altura absoluta de 2,017 msnm. Intervalos de pendiente dominante mayor de 14 a 24° y menor de 7 a 12°
	Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Bajas (lmbb)		Compuestas principalmente por rocas metamórficas del Complejo Xolapa (gneises) del Jurásico rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico Cretácico.	Altura relativa comprendida de >200 a 600 m. Altura absoluta de 1,710 msnm. Intervalos de pendiente dominante mayor de 14 a 23° y menor de 4 a 7°

Lmba = Laderas de Montaña Bloque Altas.

Lmbm = Laderas de Montaña Bloque Medias.

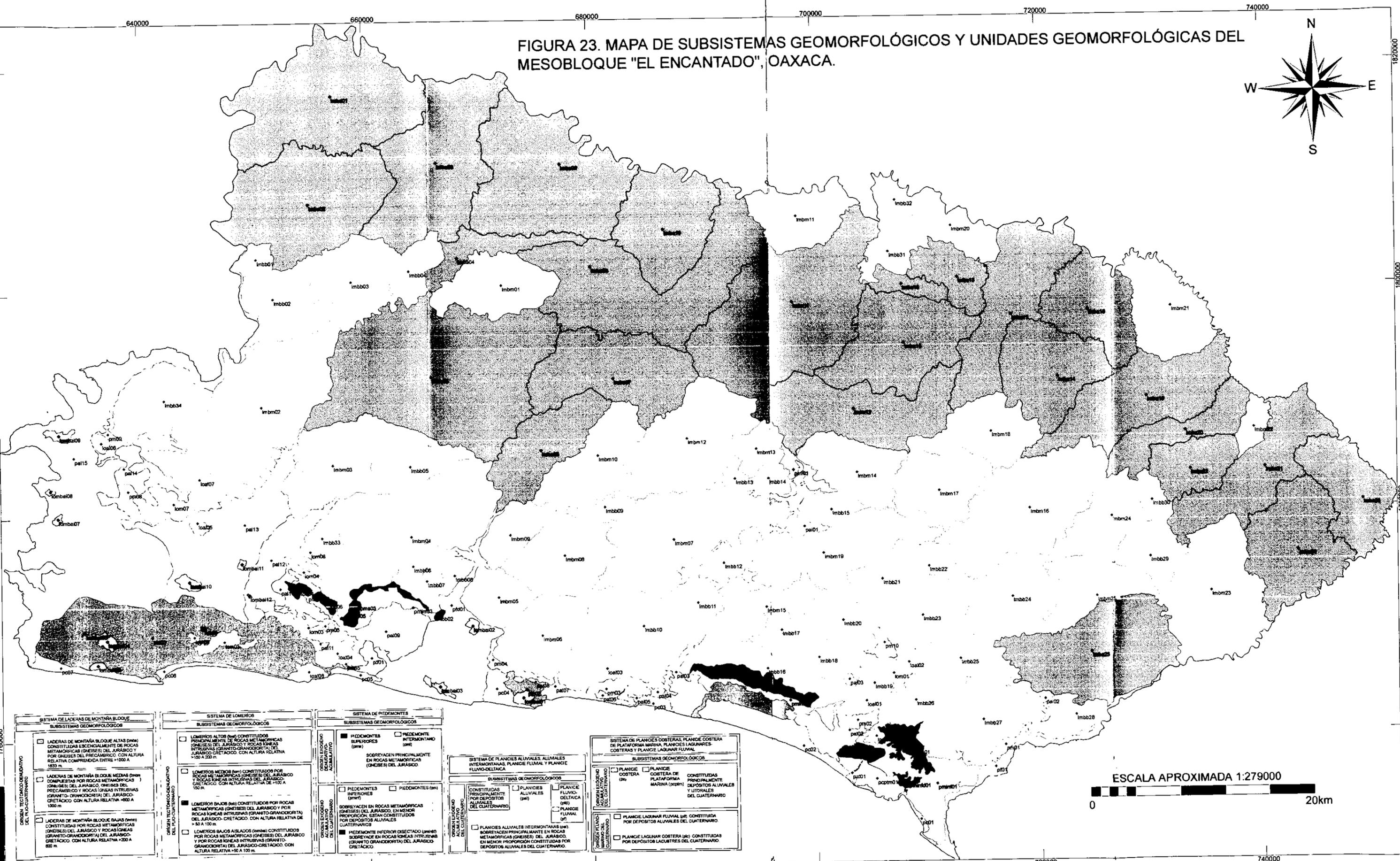
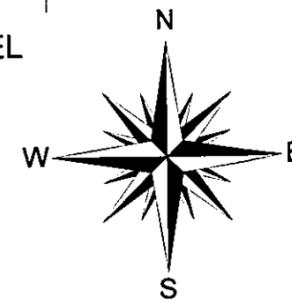
Lmbb = Laderas de Montaña Bloque Bajas.

Subsistemas Geomorfológicos.

5.1.1.1. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Altas (Imba) (Fig. 23), (Fig. 24), (Tabla 2), de origen tectónico-denudativo, constituidas en mayor proporción por rocas metamórficas (gneises) del Jurásico, con algunas intrusiones de rocas ígneas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico (unidades Imba02 y Imba03; Fig. 23). Al este se componen por rocas metamórficas (gneises) del Precámbrico (unidades Imba21, Imba22, Imba23, Imba24; éstas son unidades geomorfológicas que se localizan en un área de transición entre el Complejo Xolapa y el Complejo Oaxaqueño). Marginales a laderas de montaña bloque medias y bajas, al norte, sur y oeste del Mesobloque. Con cimas agudas convexas y laderas cóncavas; con altura relativa comprendida entre 1633 m y >1000 m, con altitud máxima de 2750 msnm (Fig. 25). Con rangos de pendiente dominante de 14° a 22° y mínimo de 7° a 12°.

5.1.1.2. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Medias (Imbm) (Fig. 23), (Fig. 26), (Tabla 2) de origen tectónico-denudativo, en mayor proporción están compuestas por rocas metamórficas (gneises) del Jurásico. Al este se emplazan rocas metamórficas (gneises) del Precámbrico (unidad Imbm23). Al suroeste y oeste, están constituidas por rocas ígneas intrusivas (granito granodiorita) del Jurásico-Cretácico (unidades Imbm01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 y 09; Fig. 23). En el norte, este y sur del Mesobloque, son marginales a laderas de montaña bloque altas y bajas; al suroeste a laderas de montaña bloque altas, planicies aluviales, fluviales y fluvio-deltaicas; al oeste limitan con laderas de montaña bloque bajas, lomeríos altos y planicies aluviales. Presentan cimas agudas convexas y laderas cóncavas; con una altura relativa comprendida entre los 600 m a <1000 m, con altitud máxima de 2100 msnm y mínima de 700 msnm (Fig. 27), con rango máximo de pendiente dominante de 16° a 24° y mínimo de 6° a 12°.

FIGURA 23. MAPA DE SUBSISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS Y UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DEL MESOBLOQUE "EL ENCANTADO", OAXACA.



SISTEMA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE	SISTEMA DE LOMEROS	SISTEMA DE PIEDEMONTES	SISTEMA DE PLANICIES ALUVIALES	SISTEMA DE PLANICIES COSTERAS
<p>SISTEMA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE ALTA (lmb) CONSTITUIDAS ESENCIALMENTE DE ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y POR GNEISES DEL PRECAMBRIACO, CON ALTURA RELATIVA COMPRESIDA ENTRE >1000 A 1633 m.</p> <p>LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE MEDIAS (lmbm) COMPUESTAS POR ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO, CON ALTURA RELATIVA >1000 A 1633 m.</p> <p>LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE BAJAS (lmbb) CONSTITUIDAS POR ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO, CON ALTURA RELATIVA >200 A 600 m.</p>	<p>LOMEROS ALTOS (lma) CONSTITUIDOS PRINCIPALMENTE DE ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO, CON ALTURA RELATIVA >100 A 200 m.</p> <p>LOMEROS MEDIOS (lmm) CONSTITUIDOS POR ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO, CON ALTURA RELATIVA DE >100 A 150 m.</p> <p>LOMEROS BAJOS (lmb) CONSTITUIDOS POR ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y POR ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO, CON ALTURA RELATIVA DE >30 A 100 m.</p> <p>LOMEROS BAJOS AISLADOS (lmba) CONSTITUIDOS POR ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO Y POR ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO, CON ALTURA RELATIVA >50 A 100 m.</p>	<p>PIEDEMONTES SUPERIORES (ps) SOBREVIVEN PRINCIPALMENTE EN ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO.</p> <p>PIEDEMONTES INTERMEDIARIOS (pm)</p> <p>PIEDEMONTES INFERIORES (pi) SOBREVIVEN EN ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO, EN MENOR PROPORCIÓN, ESTÁN CONSTITUIDOS POR DEPOSITOS ALUVIALES CUATERNARIOS.</p> <p>PIEDEMONTES (p) SOBREVIVEN PRINCIPALMENTE EN ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO, EN MENOR PROPORCIÓN, ESTÁN CONSTITUIDOS POR DEPOSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO.</p> <p>PIEDEMONTE INFERIOR DISSECTADO (pid) SOBREVIVEN EN ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO-GRANODIORITA) DEL JURÁSICO-CRETÁCICO.</p>	<p>PLANICIES ALUVIALES (pa)</p> <p>PLANICIE FLUVIO-DELTAICA (pd)</p> <p>PLANICIE FLUVIAL (pf)</p> <p>PLANICIES ALUVIALES INTERMONTANAS (pai) SOBREVIVEN PRINCIPALMENTE EN ROCAS METAMÓRFICAS (GNEISES) DEL JURÁSICO, EN MENOR PROPORCIÓN, CONSTITUIDAS POR DEPOSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO.</p>	<p>PLANICIE COSTERA (pc)</p> <p>PLANICIE COSTERA DE PLATAFORMA MARINA (pcpm) CONSTITUIDAS PRINCIPALMENTE DEPOSITOS ALUVIALES Y LITORALES DEL CUATERNARIO.</p> <p>PLANICIE LAGUNAR FLUVIAL (plf) CONSTITUIDA POR DEPOSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO.</p> <p>PLANICIE LAGUNAR COSTERA (plc) CONSTITUIDAS POR DEPOSITOS LACUSTRES DEL CUATERNARIO.</p>

ESCALA APROXIMADA 1:279000
0 20km



FIGURA 24. LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE ALTAS (Imba12).



FIGURA 26. LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE MEDIAS (Imbm20).

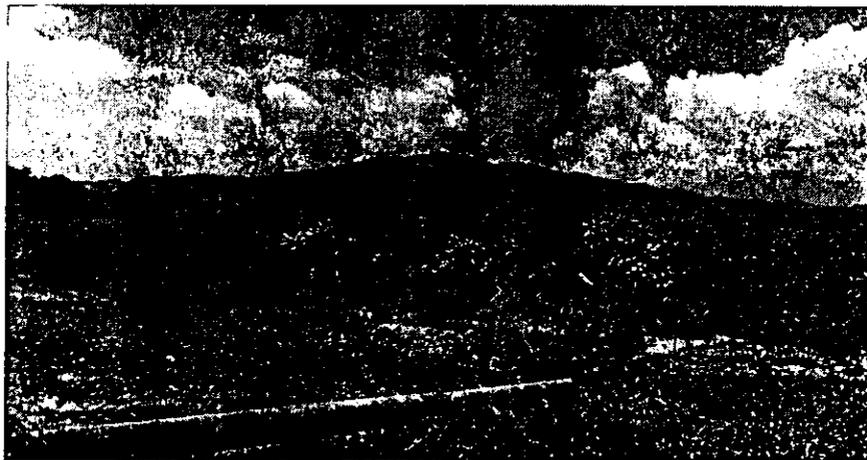
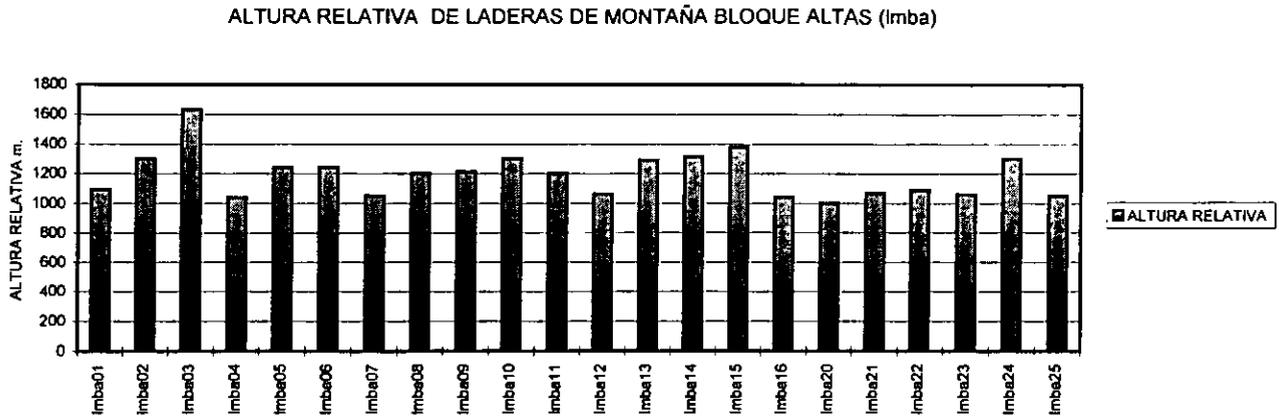
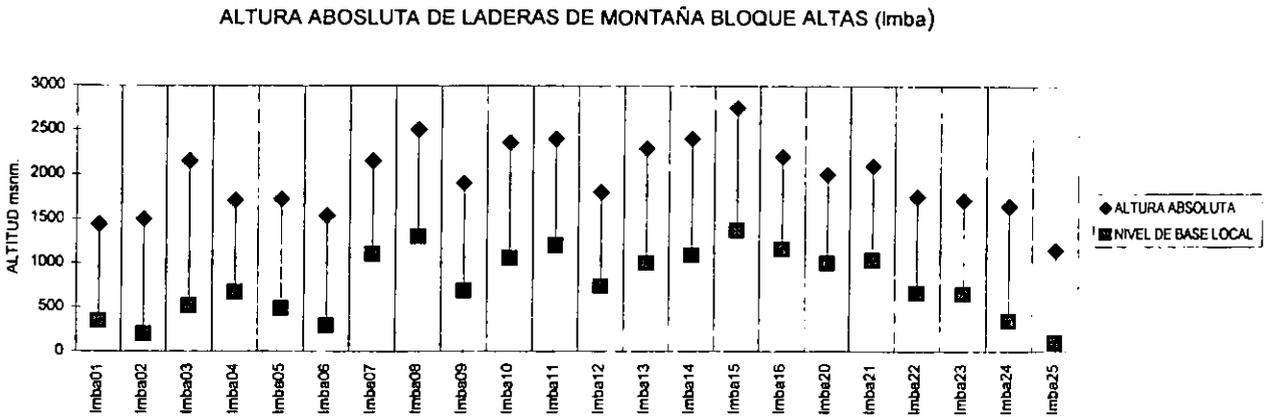


FIGURA 28. LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE BAJAS (Imbb27).

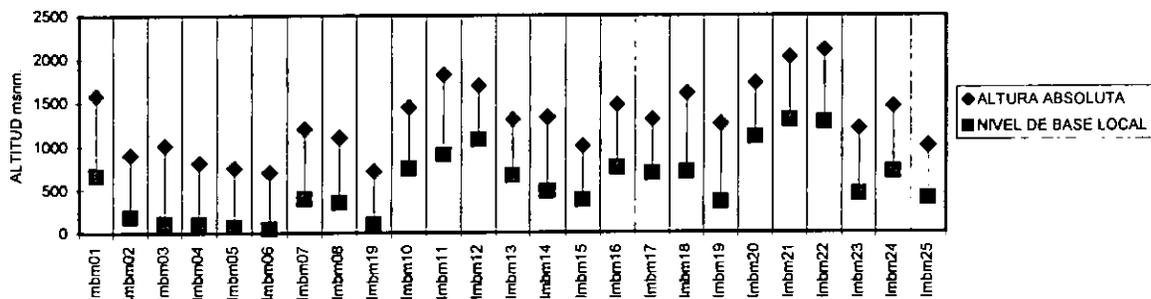
FIGURA 25. GRAFICAS DE ALTURA ABSOLUTA Y ALTURA RELATIVA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE ALTAS.



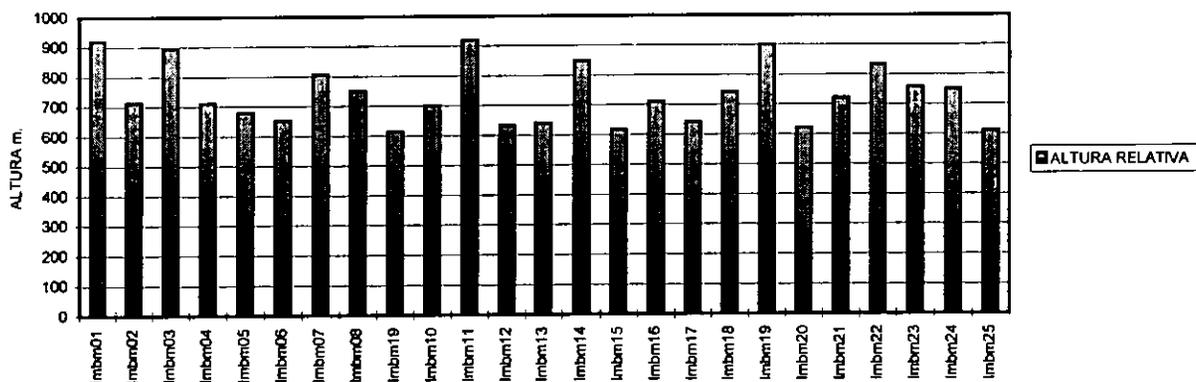
En la presente figura se observa, que la unidad geomorfológica con mayor altura relativa (Imba03), no corresponde a la de mayor altura absoluta (Imba15). Lo cual evidencia que los esfuerzos tectónicos de ascenso; no son homogéneos, y que el área de estudio ha estado sujeta a procesos de denudación muy intensos.

FIGURA 27. GRÁFICAS DE ALTURA ABSOLUTA Y ALTURA RELATIVA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE MEDIAS.

ALTURA ABSOLUTA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE MEDIAS (lmbm)



ALTURA RELATIVA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE MEDIAS (lmbm)



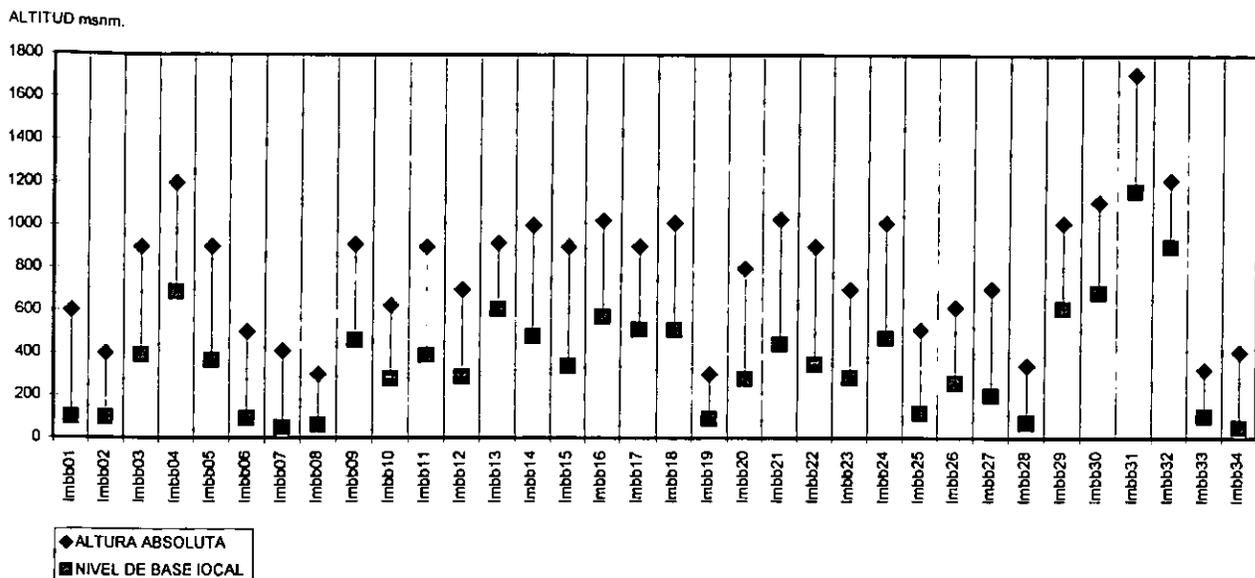
Se aprecia que al igual que en las laderas de montaña bloque altas (Fig. 25); la altura absoluta mayor, no corresponde a las unidades con mayor altura relativa, lo que pone de manifiesto la heterogeneidad en los esfuerzos tectónicos verticales. Además se observa que puede tratarse de una sub-unidad de transición, entre el relieve de mayor altitud y el de menor altitud, ya que el nivel base en algunos casos, es menor a los 500 msnm.

5.1.1.3. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Bajas (Imbb) (Fig. 23), (Fig. 28; Tabla 2) de origen tectónico-denudativo, la litología que presentan al sureste y oeste es de rocas metamórficas (gneises) del Jurásico, marginales a laderas de montaña bloque medias (Imbm) y altas (Imba); así como a planicies fluviales. En menor proporción al sureste y suroeste, están constituidas por rocas ígneas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico (unidades Imbb06, 07, 08, 09, 10 y 11), marginales a laderas de montaña bloque medias, planicies aluviales y fluviodeltaicas. Con cimas agudas convexas y laderas cóncavas; la altura relativa está comprendida entre los 200 m y <600 m, la altitud máxima es de 1710 msnm y mínima de 300 msnm (Fig. 29). Su rango de pendiente dominante máximo es de 14° a 21° y mínimo de 4° a 7°.

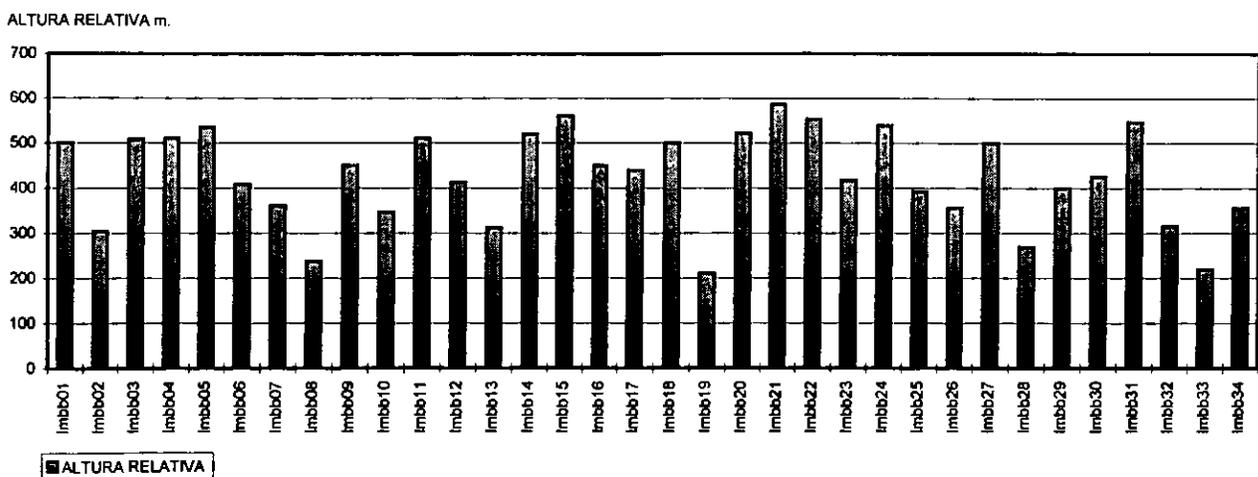
5.1.2. Sistema de Lomeríos (Fig. 21), de origen tectónico-denudativo, se encuentra en las márgenes del Sistema de Laderas de Montaña Bloque y limitan también con los piedemontes y el relieve costero, al oeste del área de estudio la litología es principalmente de rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico, con cimas redondeadas convexas y laderas cóncavas y convexas. Originados por movimientos hipotéticos débiles de levantamiento tectónico, marginales a laderas de montaña bloque. Al suroeste están constituidos por rocas metamórficas (gneises) del Jurásico en las inmediaciones de las Lagunas de Chacahua y Pastoría y al sureste, en las cercanías de Puerto Escondido. La altitud máxima es de 408 y mínima de 31 msnm, altura relativa máxima es de 200 msnm y mínima de 31 msnm (Fig. 22), con rangos de pendiente dominante máxima de 6 a 15° y mínima de 2° a 4°.

FIGURA 29. GRÁFICA DE ALTURA ABSOLUTA Y ALTURA RELATIVA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE BAJAS.

ALTURA ABSOLUTA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE BAJAS (lmbb)



ALTURA RELATIVA DE LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE BAJAS (lmbb)



Se aprecia una gran heterogeneidad en la altura absoluta, que al igual que en las laderas de montaña bloque altas y medias, pone de manifiesto que los esfuerzos tectónicos verticales no son homogéneos. Es un subsistema de transición entre el relieve montañoso y el de lomeríos, por la altura del nivel de base local..

Subsistemas Geomorfológicos.

5.1.2.1. Subsistema de Lomeríos Altos (lomal) (Fig. 23), (Fig. 30; Tabla 3) de origen tectónico-denudativo. En el sureste del mesobloque, la litología que presentan, es esencialmente de rocas metamórficas (gneises) del Jurásico, (unidades loal01, 02 y 03; Fig. 23); son marginales a laderas de montaña bloque bajas. Al sur y al oeste están constituidos por rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico (unidades loal03, 05, 06, 07 y 08; Fig. 23), limitan con laderas de montaña bloque bajas, laderas de montaña bloque medias, piedemontes y planicies aluviales. Al suroeste, se emplazan rocas metamórficas (gneises) del jurásico. Limitan con el Océano Pacífico, planicies lagunares costeras y lomeríos medios.

Tienen una altura relativa de >150 a 200 m y altitud mínima de 184 msnm y máxima de 408 msnm (Fig. 31), con intervalos de pendiente dominante mínimo de 2° a 8° y máximo de 6° a 15°

5.1.2.2. Subsistema de Lomeríos Medios (lom) (Fig. 23), (Fig. 32; Tabla 3) de origen tectónico-denudativo. En el sureste y suroeste, constituidos por rocas metamórficas (gneises) del Jurásico (unidades lom01, 02 y 03; Fig. 23); son marginales a laderas de montaña bloque bajas y lomeríos altos. Al oeste del mesobloque limitan con piedemontes, planicies aluviales y lomeríos altos; se encuentran disectados (lom07; Fig. 23). Presentan rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico (unidades lom04 y 07; Fig. 23). Con superficies cumbrales redondeadas convexas, planas y agudas; laderas principalmente cóncavas, con altura relativa de entre >100 m a 150 m, altitud máxima de 400 msnm y mínima de 105 msnm (Fig. 33).

5.1.2.3. Subsistema de Lomeríos Bajos (lob) y Lomeríos Bajos Aislados (lombai) (Fig. 24), (Fig. 34) (Tabla 3) de origen endógeno tectónico-denudativo; sepultados por sedimentos. En el sureste y sur, tienen litología de rocas metamórficas (gnesises) del Jurásico (lob01 y lob02; Fig. 23); limitan con planicies aluviales, piedemontes inferiores y superiores. Al sur se localizan lomeríos bajos

aislados (lombai01, lombai02, lombai03; Fig. 23) marginales a planicies costeras, aluviales y lagunares-costeras, así como a una planicie fluvio-deltaica (lombai02, lombai03; Fig. 23). En el oeste, se encuentran aislados; presentan rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico, se localizan dentro del área de una planicie aluvial (pal15). Tienen superficies cumbreles redondeadas convexas y laderas convexas. La altura relativa es de <100 m con altitud máxima de 200 msnm y mínima de 31 msnm. Con rango de pendiente dominante máximo de 8° a 16° y mínimo de 2° a 4° (Fig. 35).

Tabla 3. Síntesis de las características geomorfológico-analíticas del Sistema de Lomeríos.

SISTEMA DE LOMERÍOS				
ORIGEN	TIPO	EDAD DE LAS FORMAS	LITOLOGÍA	CLASE GEOMÉTRICA (MORFOMETRÍA)
Tectónico-Denudativo	Subsistema de Lomeríos Altos (loal), marginales a laderas de montaña bloque.	Plio-Cuatemario	Constituidos por rocas ígneas intrusivas del Complejo Xolapa (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico y en menor proporción por rocas metamórficas (geneises) del Jurásico.	Altura relativa comprendida de >150 a 200 m. Altura absoluta de 408 msnm. Intervalos de pendiente dominante mayor de 14 a 23° y menor de 4 a 7°
	Subsistema de Lomeríos Medios (lom)		Compuestos por rocas metamórficas del Complejo Xolapa (gneises) del Jurásico y rocas ígneas intrusivas del Jurásico-Cretácico.	Altura relativa comprendida de >100 a 150 m. Altura absoluta de 400 msnm. Intervalos de pendiente dominante mayor de 4 a 11° y menor de 3 a 7°
	Subsistema de Lomeríos Bajos (lob) Y Lomeríos Bajos Aislados (lombai)		Principalmente de rocas ígneas intrusivas del Complejo Xolapa (granito-granodiorita) del Jurásico Cretácico	Altura relativa comprendida de >50 a 100 m. Altura absoluta de 171 msnm. Intervalos de pendiente dominante mayor de 4 a 10° y menor de 3 a 6°

loal = Lomeríos Altos.

lom = Lomeríos Medios.

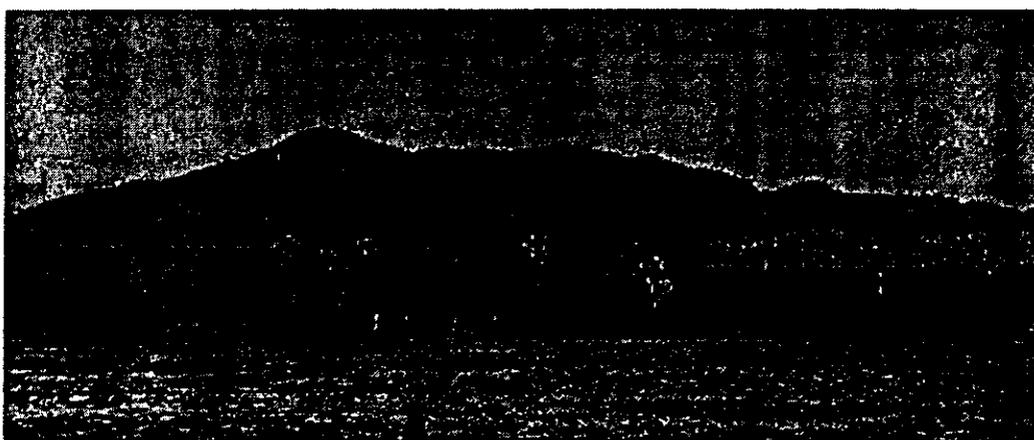
lob = Lomeríos Bajos.



FIGURA 30. LOMERIO ALTO (loal04) Y PLANICIE LAGUNAR COSTERA (plC03).

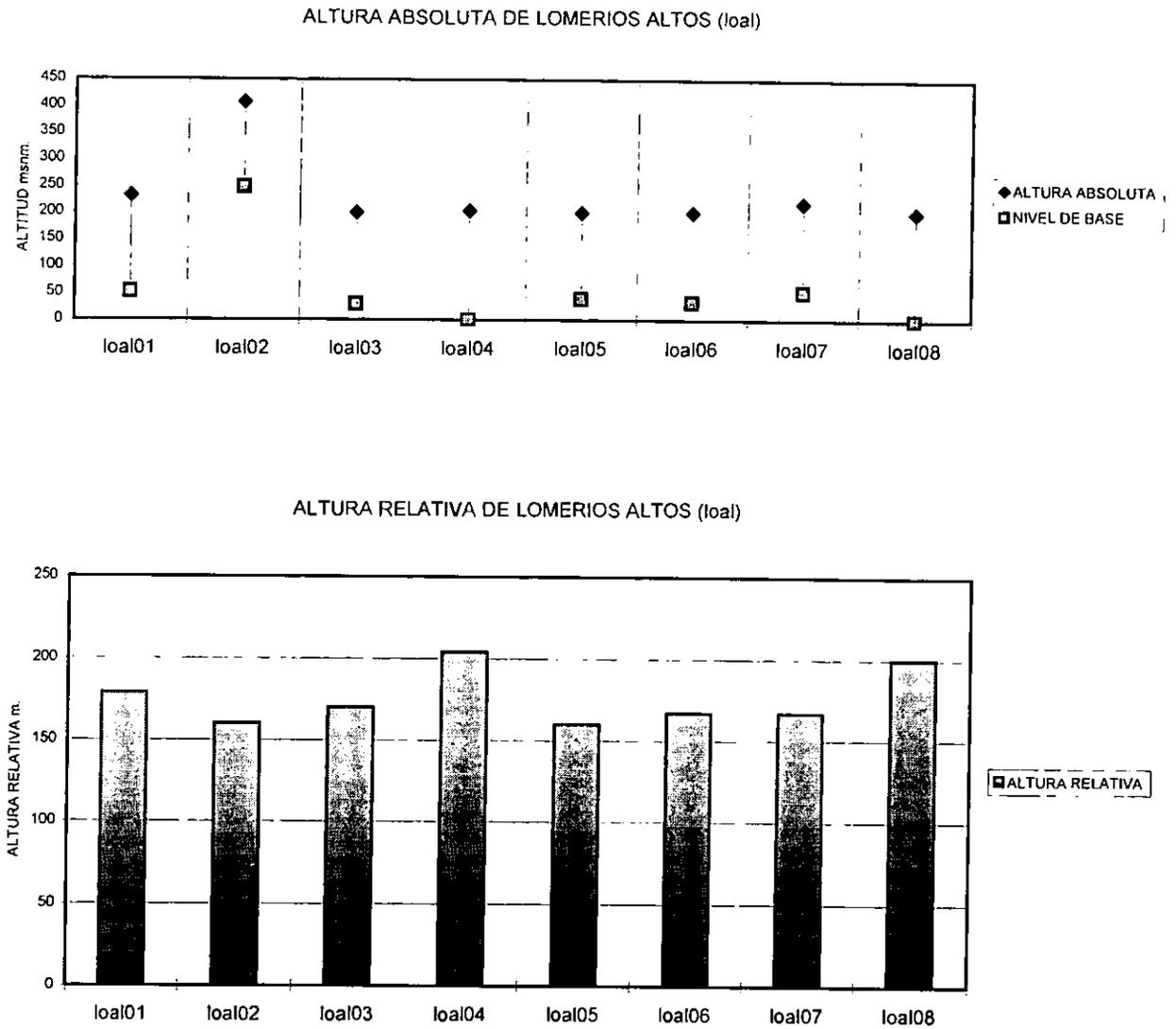


FIGURA 32. LOMERIO MEDIO (lom01).



LOMERIO BAJO (lomb01).

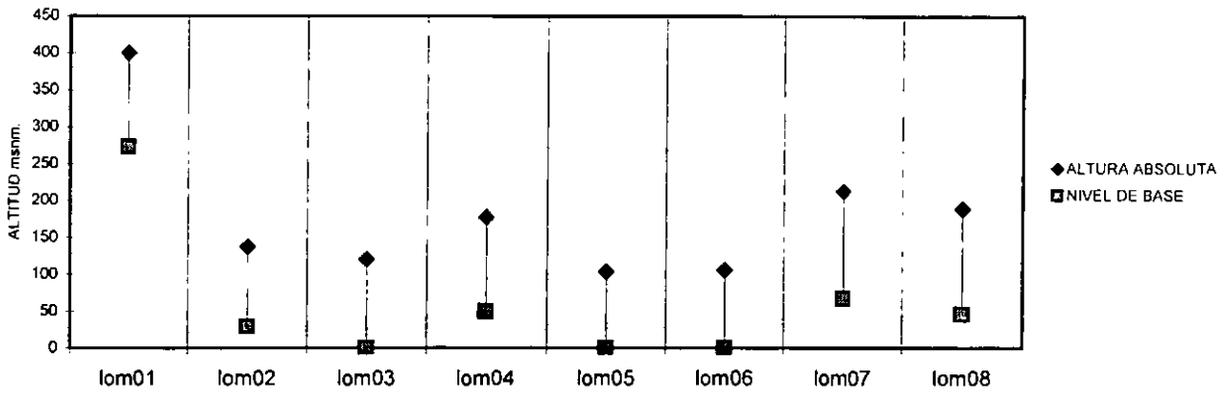
FIGURA 31. GRÁFICAS DE ALTURA ABSOLUTA Y ALTURA RELATIVA DE LOMERIOS ALTOS.



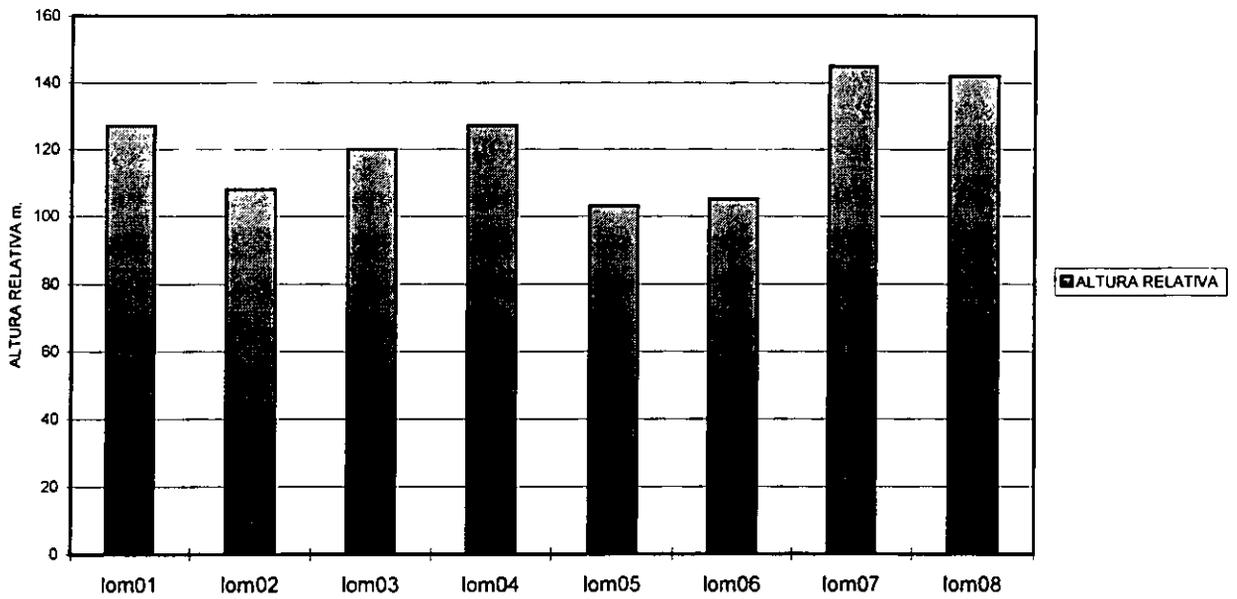
La altura absoluta pone de manifiesto que es una subunidad marginal al relieve montañoso y al relieve costero. La altura relativa que se aprecia, evidencia movimientos tectónicos de levantamiento débiles, así como una gran denudación.

FIGURA 33. GRÁFICAS DE ALTURA DE ALTURA ABSOLUTA Y ALTURA RELATIVA DE LOMERÍOS MEDIOS.

ALTURA ABSOLUTA DE LOMERÍOS MEDIOS (lom)

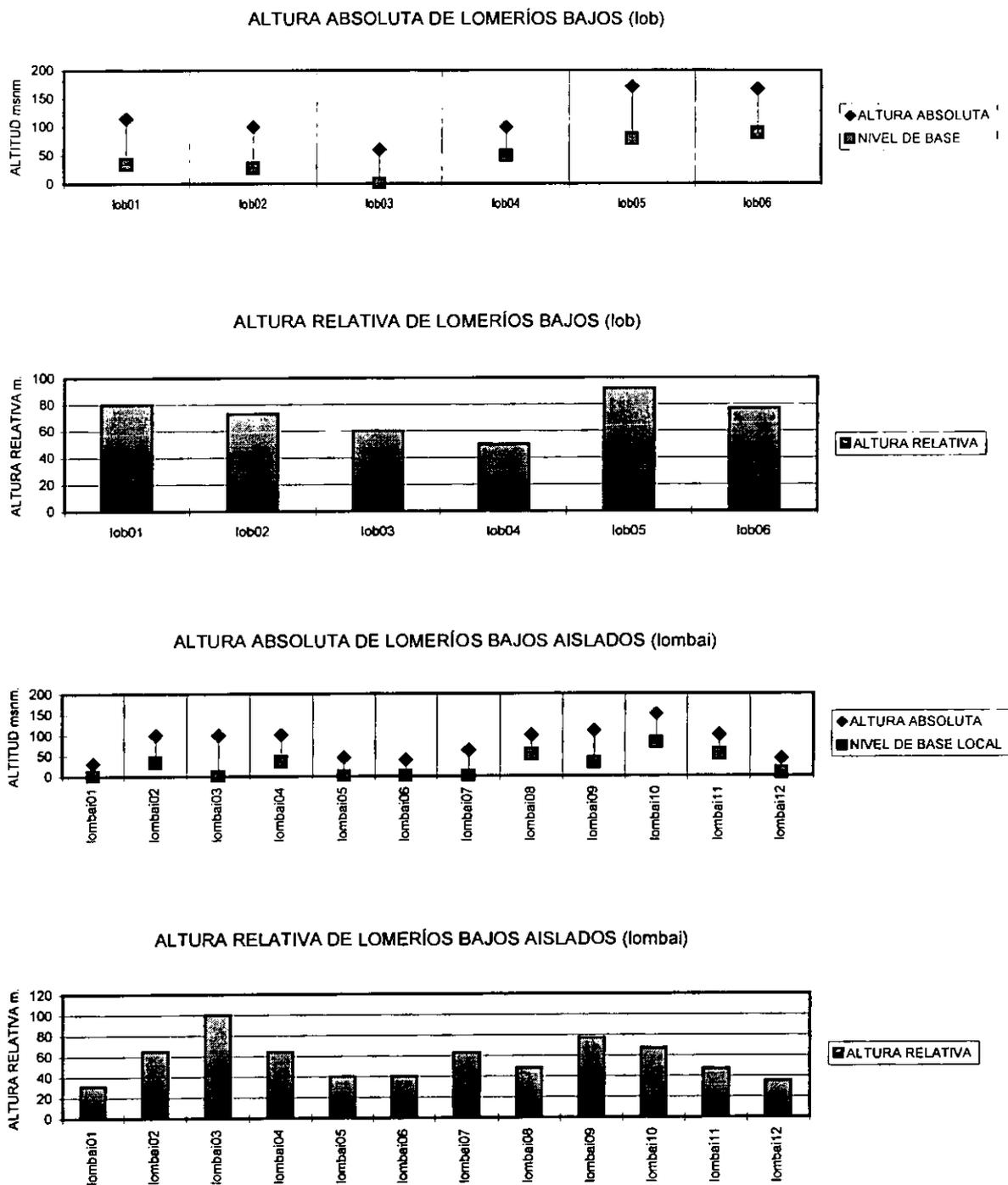


ALTURA RELATIVA DE LOMERÍOS MEDIOS (lom)



En la gráfica de altura absoluta, se aprecia que el nivel de base local está más cercano a una altitud de cero metros, y que la altitud de las cimas es más homogénea.

FIGURA 35. GRÁFICAS DE ALTURA ABSOLUTA Y ALTURA RELATIVA DE LOMERIOS BAJOS Y LOMERIOS BAJOS AISLADOS.



Se aprecia que son los subsistemas en los cuáles los esfuerzos tectónicos de levantamiento, han sido más débiles ya que la altura absoluta de las cimas tiene el valor más bajo y los niveles de base locales se encuentran prácticamente en el área del relieve costero.

5.1.3. Sistema de Piedemontes (Fig. 21), de origen exógeno acumulativo, al sureste sobreyacen en rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico, marginales a laderas de montaña bloque y planicies costeras; subyacentes en rocas metamórficas del Jurásico, en la región central, marginales a laderas de montaña bloque y planicies aluviales intermontanas, en las inmediaciones de las Lagunas de Chacahua y Pastoría, limitan con lomeríos, planicies aluviales, planicies fluviales y planicies lagunares-costeras. Con altitud máxima de 597 msnm y mínima de 76 msnm. Con altura relativa máxima de 138 msnm y mínima de 42 msnm, con rangos de pendiente dominante mínima de 1 a 3° y máxima de 10 a 16°.

Subsistemas Geomorfológicos.

5.1.3.1. Subsistema de Piedemontes (pm) (Fig. 23; Tabla 4), de origen exógeno acumulativo, en los cuales predomina el proceso de depositación sobre la erosión. En el sureste sobreyacen en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico (pm01, pm02; Fig. 23), marginales a laderas de montaña bloque bajas, planicies fluviales, planicies aluviales, lomeríos altos, y lomeríos medios. Al sur (pm03, pm04; Fig. 23) sobreyacen en rocas ígneas intrusivas (granito granodiorita) del Jurásico-Cretácico, en relieve de lomeríos altos y laderas de montaña bloque medias, limitan con planicies aluviales, planicies costeras y planicies fluvio-deltaicas. En la región suroeste se encuentran en relieve de lomeríos altos (pm05 y pm06; Fig. 23), sobreyacen en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico, son marginales a una planicie lagunar costera y a una planicie aluvial; constituidos también por rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico, en relieve de lomeríos medios, lomeríos bajos y laderas de montaña bloque medias. Al oeste sobreyacen en rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico y en parte constituidos por depósitos aluviales del cuaternario. Tienen geometría plana, altitud de 100 msnm y mínima de 84 msnm, la altura relativa máxima de 100 m y mínima de 48 m. Con rangos de pendiente dominante máximo de 10° a 16° y mínimo de 1° a 2°.

5.1.3.2. Subsistema de Piedemontes Superiores (pms) (Fig. 23, Fig. 36; Tabla 4) de origen tectónico-denudativo-acumulativo, al sureste son marginales a laderas de montaña bloque bajas, lomeríos bajos, piedemontes inferiores y planicies lagunares costeras, sobreyacen en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico (pms01, pms02). Al suroeste marginal a laderas de montaña bloque medias, a lomeríos bajos y a un piedemonte inferior, sobreyace en rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico.

De geometría cóncava (pms02 y pms03), convexa (pms01); con rango de pendiente dominante 3° a 4°, la altura relativa máxima es de 300 m y la mínima de 86 m, con una altitud máxima de 342 msnm y mínima de 108.

5.1.3.3. Subsistema de Piedemonte Intermontano (pmi) (fig 23; Tabla 4) de origen endógeno tectónico-denudativo-acumulativo, se localiza en el centro del área de estudio en relieve de laderas de montaña bloque medias, marginal a una planicie aluvial intermontana. Sobreyace en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico. Originado primeramente por movimientos distensivos, posteriormente por procesos acumulativos. Con geometría plana y cóncava, con altura relativa de 122 m, altitud de 522 msnm, intervalo de pendiente dominante de 4° a 8°.

5.1.3.4. Subsistema de Piedemontes Inferiores (pminf) y Piedemonte Inferior Disectado (pminfd) (Fig. 23, Fig. 36; Tabla 4) son unidades de origen tectónico-acumulativo al sureste (pminf01; Fig. 23) sobreyace en su porción más continental en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico y rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico y en su área marginal a las planicies costeras y aluviales en conglomerados del Cuaternario

Al sur (pminf02) sobreyace en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico, en relieve de laderas de montaña bloque bajas, de geometría cóncava; marginal a laderas de montaña bloque bajas y a planicies aluviales y lagunas costera. Al sureste (pminf03) constituido por depósitos aluviales del cuaternario. Con geometría recta, en relieve de laderas de montaña bloque medias, bajas y lomeríos, marginal a una planicie aluvial. Con rango de pendiente dominante de 1°

a 3°, con altura relativa máxima de 100 m y mínima de 76 m. Con altitud máxima de 100 msnm y mínima de 77 msnm.

Piedemonte Inferior Disectado (pminfd) (Fig. 23, Fig. 36; Tabla 4) de origen tectónico acumulativo, se localiza al sureste del Mesobloque (pminfd01) sobreyace en rocas ígneas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico, marginal a una planicie costera de plataforma marina, a una planicie costera y a un piedemonte inferior. Es una unidad compleja, constituida por una serie de terrazas marinas y de terrazas con una mayor altitud probablemente más antiguas (en su porción norte), con materiales de origen fluvial, lo que hace suponer que en esta unidad los esfuerzos tectónicos no han sido homogéneos.

En su parte central se encuentra disectado por un cauce, con geometría recta, altura relativa de 77 m, altitud de 80 msnm intervalo de pendiente dominante de 2° a 3°.

FIGURA 36. PIEDEMONTE INFERIOR DISECTADO (pmind01),
PIEDEMONTE INFERIOR (pminf01) Y PIEDEMONTE SUPERIOR
(pms01)

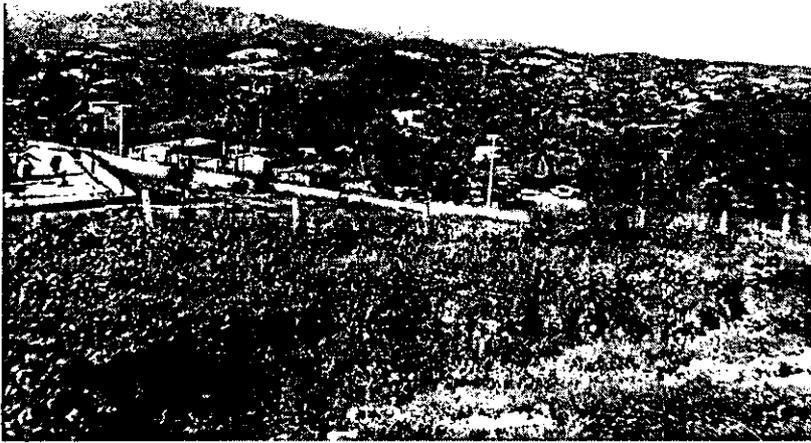


FIGURA 37. PLANICIE ALUVIAL COMPLEJA (pa1b)

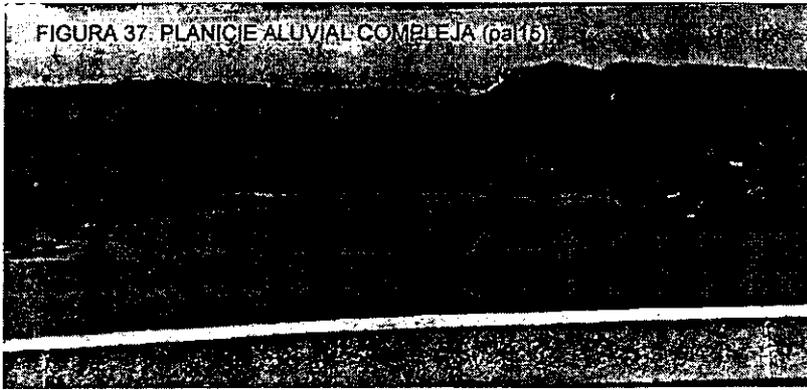


FIGURA 38. PLANICIE ALUVIAL (pa1a)



FIGURA 39. PLANICIE COSTERA (pc02)

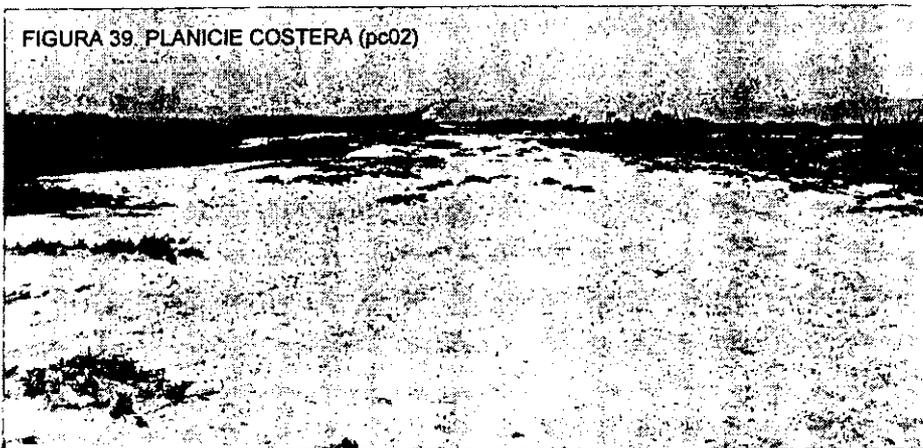


Tabla 4. Síntesis de las características geomorfológico-analíticas del Sistema de Piedemontes.

SISTEMA DE PIEDEMONTES				
ORIGEN	TIPO	EDAD DE LAS FORMAS	LITOLOGÍA	CLASE (MORFOMETRÍA)
Tectónico-denudativo-acumulativo.	Subsistema de Piedemontes Superiores (pms).	Cuaternario	Sobreyacen en rocas metamórficas (gneises) de Jurásico y rocas ígneas intrusivas del Jurásico-Cretácico	Altura relativa mayor de 300 m y menor de 86 m. Altura absoluta mayor de 342 msnm y menor de 108 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 3 a 8°
	Piedemonte Intermontano (pmi).		Sobreyace en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico.	Altura relativa de 192 m. Altura absoluta de 592 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 4 a 8°
Tectónico Acumulativo	Subsistema de Piedemontes Inferiores (pminf) y Piedemonte Inferior disectado (pminfd).		Compuestos por depósitos aluviales y rocas sedimentarias del cuaternario. También sobreyacen en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico y rocas ígneas intrusivas del Jurásico-Cretácico	Altura relativa mayor de 100 m y menor de 76 m. Altura absoluta de 100 msnm y mínima de 77. Intervalo de pendiente dominante de 1 a 3°
Exógeno Acumulativo	Subsistema de Piedemontes (pm).		Sobreyacen en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico, rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico. y algunos de ellos están constituidos por depósitos aluviales y rocas sedimentarias (conglomerados) del cuaternario.	Altura relativa mayor de 124 m. y menor de 42m. Altura absoluta mayor de 300 msnm. Y menor de 84 msnm. Intervalo de pendiente dominante mayor de 4 a 8 y menor de >0 a 2°.

pms = Piedemontes Superiores.

pmi = Piedemontes Intermontanos.

pminf = Piedemontes Inferiores.

pminfd = Piedemonte Inferior Disectado.

5.1.4. Sistema de Planicies Aluviales, Planicies Aluviales Intermontanas, Planicie Fluvial y Planicie Fluvio-Deltaica.

Subsistemas Geomorfológicos.

5.1.4.1. Subsistema de Planicies Aluviales (pal) (Fig. 23, Fig. 34 y 37; Tabla 5) de origen exógeno acumulativo, constituidas esencialmente por depósitos aluviales del cuaternario, marginales a planicies costeras al sur, sureste y suroeste del área de estudio, principalmente se localizan en la vertiente sur del Mesobloque, son unidades geomorfológicas complejas pues en su parte norte con mayor pendiente, más "encajada" en el continente predominan los procesos erosivos y en su nivel de base predominan los procesos acumulativos, y presentan en su mayoría cauces permanentes. Al sur de la unidad pal15, en la desembocadura del Río Verde, se presenta un delta de baja energía, asociado a una barra (pc07) condicionada por acción del oleaje, en éste tipo de deltas el proceso de redistribución de los sedimentos fluviales está más condicionado por el oleaje, que por las mareas.

5.1.4.2. Subsistema de Planicies Aluviales Intermontanas (pai) (Fig. 23; Tabla 5), de origen exógeno acumulativo, se localizan en el área central y en el sureste (pai01, pai02 y pai03; Fig. 23) sobreyacen en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico, resultantes de movimientos tectónicos distensivos debido al proceso de subducción. Con altitud máxima de 530 y mínima de 17 msnm, altura relativa mayor de 130 m y menor de 17 m, con rangos de pendiente dominante menor de a 0 a 1° y mayor de 3 a 5°.

5.1.4.3. Subsistema de Planicie Fluvial (pf) y Planicie Fluviodeltaica (pfd).

Planicie Fluvial (pf01), (Fig. 23, Fig. 38; Tabla 5) de origen exógeno acumulativo; compuesta por depósitos aluviales del cuaternario y rocas ígneas intrusivas del Jurásico-Cretácico, al sureste, marginal a laderas de montaña bloque, piedemonte, lomeríos, planicies costeras, en su parte norte controlada

estructuralmente por la tectónica regional y en su parte sur afectadas por la erosión eólica y la depositación de sedimentos por la acción de las corrientes marinas, en su parte sur se encuentra un delta de baja energía. Con altitud máxima de 126 msnm y mínima de 0 msnm, con intervalos máximos de pendiente dominante de 0 a 4° y mínimo de 0 a 2°.

Planicie Fluvio-Deltaica (pfd01) (Fig. 23; Tabla 5), es una unidad geomorfológica compleja, de origen exógeno denudativo (en su parte de mayor pendiente, más "encajada" en el continente) y origen acumulativo en áreas sin pendiente, en las márgenes con el relieve costero. Constituida por depósitos aluviales del cuaternario. En su parte norte, sobreyace en rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico; Al sur de ésta unidad se localiza un delta, cuyos sedimentos fluviales son redistribuidos por el oleaje. Marginal a laderas de montaña bloque, planicies aluviales y piedemonte. Con altitud máxima de 145 msnm y mínima de 0 msnm; presenta intervalos de pendiente dominante de >0 a 3°.

5.1.5. Sistema de Planicies Costeras, Planicie Costera de Plataforma Marina, Planicies Lagunares Costeras y Planicie Lagunar Fluvial.

Subsistemas Geomorfológicos.

5.1.5.1. Subsistema de Planicies Costeras (pc) y Planicie Costera de Plataforma Marina (pcptm) (Fig. 23; Tabla 6), de origen exógeno acumulativo, constituidas principalmente por depósitos aluviales y en menor proporción de litoral del cuaternario al suroeste del área de estudio, regionalmente ubicadas en costas de colisión continental (Carranza-Edwards *et al.*, 1975), originadas por movimientos tectónicos de ascenso (en Puerto Escondido; Bodin y Terrie, 1986 reportaron una elevación de la costa de alrededor de 18 a 28 cm, después de los sismos de Septiembre de 1985), el levantamiento tectónico también es evidenciado por la presencia de cordones litorales al sureste y sur del área de

estudio (pc02), (Fig. 23 y Fig. 39). Dichos cordones son depósitos litorales que evidencian antiguas líneas de costa y el avance de ésta hacia el mar.

Al suroeste y sureste, se localizan las planicies costeras pc06 y pc07 (Fig. 23) que son barras arenosas alargadas y rectas paralelas a la línea de costa, formadas durante el Holoceno, compuestas por sedimentos no consolidados transportados por acción de las olas y mareas (la morfología recta que presentan, sugiere que las corrientes del oleaje es lo suficientemente fuerte, como para redistribuir los sedimentos aportados en la desembocadura de los ríos). Con una altitud máxima de 100 msnm y mínima de 1 msnm, con rangos de pendiente dominante menor de 0° y mayor de 0 a 3°.

5.1.5.2. Subsistema de Planicies Lagunares-Costeras (plc) y Planicie Lagunar-Fluvial (plf) (Fig. 23;Tabla 6), de origen exógeno fluvio-marino, constituidas principalmente por depósitos lacustres del Cuaternario, originadas particularmente por el ascenso en el nivel del mar durante el Holoceno y la depositación de sedimentos transportados por corrientes litorales, que originaron barras arenosas (planicies costeras pc06 y pc07; Fig. 23), además por sedimentos transportados por acción fluvial y redistribuidos por las corrientes de olas (que siguen una dirección al Noroeste) y mareas, al suroeste del área de estudio (planicie lagunar-costera plc03; Fig. 23); al sur y sureste la morfología actual de la planicie lagunar costera plc01 es condicionada por movimientos tectónicos de ascenso, ya que la planicie costera pc02 que la separa del mar presenta una serie de cordones litorales (Fig. 39). Su disposición es longitudinal paralela a la costa, separadas del mar por planicies costeras que presentan diversos cordones litorales del Hológeno y posiblemente del Pleistógeno, se encuentran comunicadas con el mar abierto por esteros y canales. La altitud máxima que presenta, es de 50 msnm y mínima de 0 msnm, con rangos de pendiente mínima de 0.1° y máxima de >0.1 a 2°.

Tabla 5. Síntesis de las características geomorfológico-analíticas del Sistema de Planicies Aluviales, Planicies Aluviales Intermontanas, Planicie Fluvial y Planicie Fluvio-Deltaica.

SISTEMA DE PLANICIES ALUVIALES, ALUVIALES INTERMONTANAS, PLANICIE FLUVIAL Y PLANICIE FLUVIO-DELTAICA.				
ORIGEN	TIPO	EDAD DE LAS FORMAS	LITOLOGÍA	CLASE (MORFOMETRÍA)
Exógeno Acumulativo-Denudativo	Subsistema de Planicies Aluviales (pal)	Cuaternario (Holocénica)	Constituidas principalmente de depósitos aluviales del cuaternario; algunas sobreyacen en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico y en rocas ígneas intrusivas (granito granodiorita) del Jurásico-Cretácico.	Altura relativa mayor de 126 m. y menor de 17 m. Altura absoluta mayor de 138 msnm. Y menor de 12 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 1 a 5°
	Subsistema de Planicies Aluviales Intermontanas (pai)		Sobreyacen principalmente en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico y en rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico, en menor proporción, constituidas de depósitos aluviales del cuaternario	Altura relativa mayor de 130 m. y menor de 77 m. Altura absoluta mayor de 530 msnm. Y menor de 183 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 1 a 5°
Exógeno Denudativo	Planicie Fluvial (pf)		Compuesta por depósitos aluviales del Cuaternario y en menor proporción sobreyace en rocas metamórficas (gneises) del Jurásico.	Altura relativa de 124 m. Altura absoluta de 124 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 0 a 3°
Exógeno Acumulativo-Denudativo	Planicie Fluvio-Deltaica (pfd)		Compuesta por depósitos aluviales del Cuaternario y en menor proporción sobreyace en rocas ígneas intrusivas (granito granodiorita) del Jurásico-Cretácico	Altura relativa de 143 m. Altura absoluta de 143 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 0 a 3°

pal = Planicies Aluviales.

pai = Planicies Aluviales Intermontanas.

pf = Planicie Fluvial.

pfd = Planicie fluvio Deltaica

Tabla 6. Síntesis de las características geomorfológico-analíticas del Sistema de Planicies Costeras, Planicie Costera de Plataforma Marina, Planicies Lagunares Costeras y Planicie Lagunar Fluvial.

SISTEMA DE PLANICIES COSTERAS, PLANICIE COSTERA DE PLATAFORMA MARINA, PLANICIES LAGUNARES COSTERAS Y PLANICIE LAGUNAR FLUVIAL.					
ORIGEN	TIPO		EDAD DE LAS FORMAS	LITOLOGÍA	CLASE GEOMÉTRICA (MORFOMETRÍA)
Exógeno Acumulativo	Subsistema de Planicies Costeras y Planicie Costera de Plataforma Marina	Planicies Costeras (pc)	Cuaternario (Holocénicas)	Constituidas de depósitos litorales y aluviales del Cuaternario.	Altura absoluta mayor de 50 msnm. Y menor de 1 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 0 a 2°
Endógeno-Tectónico Denudativo		Planicie Costera de Plataforma Marina (pcptm) (Constituida por Terrazas)		Compuesta por rocas sedimentarias (conglomerados) del Cuaternario y en menor proporción sobreyace a rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita) del Jurásico-Cretácico.	Altura absoluta mayor de 100 msnm. Y menor de 12 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 0 a 2°
Exógeno Acumulativo (Fluvio-Marino)	Subsistema de Planicies Lagunares-Costeras y Planicie Lagunar-Fluvial	Planicies Lagunares-Costeras (plc)		Constituidas por depósitos lacustres, litorales y aluviales del Cuaternario	Altura absoluta mayor de 50 msnm. Y menor de 18 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 0 a 2°
		Planicie Lagunar-Fluvial (plf)		Constituida por depósitos aluviales y lacustres del Cuaternario.	Altura absoluta de 44 msnm. Intervalo de pendiente dominante de 0 a 2°

pc = Planicies Costeras.

pcptm = Planicie Costera de Plataforma Marina.

plc = Planicies Lagunares Costeras.

plf = Planicie Lagunar Fluvial

5.2. OBTENCIÓN DE UNIDADES AMBIENTALES

Una Unidad Ambiental (UA) es una unidad territorial jerárquica que sintetiza las características del medio natural y que es homogénea con respecto a sus características geomorfológicas (origen y altura relativa) a su interior. En lo que respecta a otros de sus parámetros sintéticos ambientales, es heterogénea, por lo que se distingue de las áreas con las que limita; está constituida a su interior por unidades homogéneas jerárquicas más pequeñas (sub-unidades y catenas), que no son cartografiables a la escala de trabajo, especialmente es equivalente a una unidad geomorfológica. La obtención de las UA debe basarse en una división natural del relieve, en este caso los límites de las unidades geomorfológicas individuales, obtenidos por medio de una regionalización geomorfológica, son los límites de las UA, pues es sobre las formas del relieve en donde ocurre la interacción clima-suelo-vegetación y las actividades humanas.

Para la obtención de las UA (ver método) se siguieron parcialmente los métodos propuestos por Meijerink (1988), López-Blanco y Villers (1998) y aportaciones propias.

La aplicación práctica de una regionalización geomorfológica, como base para obtener unidades ambientales, para estudios dentro de un contexto geoecológico, fue empleada por Barsch y Mausbacher (1979); ellos utilizaron la información ambiental contenida en las unidades geomorfológicas, a escala 1:25,000 de la ex República Democrática Alemana, llegaron a la realización de mapas geoecológicos aplicables para saber el potencial de uso de suelo y vegetación por unidad geomorfológica.

En México existen investigaciones escasas cuyos resultados sean la obtención de UA, entre los principales trabajos se encuentran los realizados por López-Blanco y Villers (1995; 1998), Mendoza-Cantú (1997) y Bocco, (*et al.*, 1999). No existe aún un consenso para su terminología.

En el Mesobloque "El Encantado", las UA fueron obtenidas directamente de la regionalización geomorfológica a escala 1:250,000, que a pesar de ser una escala a nivel regional, utilizada comunmente para investigaciones a nivel jerárquico de reconocimiento y estatal; se delimitaron un total de 173 UA.

La utilidad del método quedó ampliamente demostrada, pues para una gran unidad de relieve como lo es el área de estudio, con una gran heterogeneidad ambiental a su interior, ocasionada por un gradiente altitudinal de 2750 msnm, que a su vez influye en que en el área de estudio se encuentren distintos pisos de vegetación; se obtuvo una base de datos que permite visualizar a manera de inventario y de reconocimiento ambiental al Mesobloque "El Encantado".

Por otra parte una de las aportaciones de la presente tesis es mostrar de manera clara las características ambientales de cada unidad geomorfológica, que al tener un código numérico (este procedimiento es propuesto por Meijerink, op. cit.), permite sintetizarlas por medio de un "cruzamiento" de mapas temáticos con la base geomorfológica; y así obtener las unidades ambientales. Con lo cual los resultados para su mejor entendimiento se presentan a continuación a manera de tablas sintéticas (Tablas 7 a 13), en las cuales puede observarse claramente la relación de los componentes del medio natural, con las unidades geomorfológicas. La mayor heterogeneidad por UA se aprecia en el uso de suelo y vegetación, principalmente en las laderas de montaña bloque. Esto puede explicarse por el amplio gradiente altitudinal mencionado anteriormente.

A continuación se hace un análisis por grupo de unidades (subsistemas), tomando en cuenta la información de los componentes del medio natural, con excepción de los datos geológicos, ya que fueron explicados anteriormente en el apartado de regionalización geomorfológica.

5.2.1. Sistema de Laderas de Montaña Bloque

5.2.1.1 Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Altas (Imba) (Tabla 7), son unidades homogéneas en lo que corresponde a su litología (ver apartado de regionalización geomorfológica) y edafología, las unidades de suelo que predominan son del grupo de los regosoles, particularmente el regosol eútrico asociado a luvisol crómico y litosol, con clase textural media (Re+Lc+I/2). El uso de suelo y vegetación, predominante es bosque de pino-encino (Pq), bosque de pino (P) en menor proporción y selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMSVSA). El intervalo de precipitación para el periodo seco es de 50 a 150 mm con una temperatura de 17 a 23°C. Para el periodo húmedo el intervalo de precipitación es de 700 a 2000 mm, con una temperatura de 19 a 25°C.

5.2.1.2. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Medias (Imbm), (Tabla 8), el tipo de suelo que predomina en esta unidad es el regosol eútrico asociado con luvisol crómico y litosol con clase textural media (Re+Lc+I/2). El uso de suelo y vegetación dominante es selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMSVSA), selva mediana subperenifolia (SMq), bosque mesófilo de montaña (BM) y en menor proporción, vegetación de bosque templado en las áreas de mayor altitud. El intervalo de precipitación para el periodo seco es de 50 a 150 mm, con una temperatura de 19 a 23.5°C. La precipitación para el periodo húmedo es de 700 a 2000 mm, con temperatura de 22 a 26°C.

5.2.1.3. Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Bajas (Imbb), (Tabla 9), es una unidad muy heterogénea, en lo que se refiere a las unidades de suelo, predomina el regosol eútrico asociado a litosol con clase textural gruesa (Re+I/1), regosol eútrico asociado con luvisol crómico y litosol con clase textural media (Re+Lc+I/2), regosol eútrico asociado a litosol y cambisol eútrico con clase textural gruesa (Re+I+Be/1) y cambisol eútrico asociado con litosol y regosol eútrico con clase textural media (Be+I+Re/2). El uso de suelo y vegetación dominante es

selva media subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMSVSA). El intervalo de precipitación para el periodo seco es de 25 a 125 mm, con temperatura de 19 a 24.9° C. Para el periodo húmedo la precipitación es de 800 a 2000 mm y temperatura de 24 a 27° C.

LEYENDA DE LAS TABLAS SINTÉTICAS.

LITOLOGÍA				
ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS	ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS	ROCAS SEDIMENTARIAS	ROCAS METAMÓRFICAS	DEPÓSITOS CUATERNARIOS
GRANITO (Gr)	TOBA ACIDA (Ta)	CALIZA (cz)	GNEISES (Gn)	ALUVIALES (al)
GRANODIORITA (GD)		ARENISCA (ar)		LACUSTRES (la)
		LUTITA (lu)		LITORALES (li)
		LIMOLIATA (lm)		
		CONGLOMERADO (cg)		

CRONOESTRATIGRAFÍA			
CUATERNARIO (Q)			
CENOZOICO (C)	TERCIARIO (T)	TERCIARIO SUPERIOR (TS)	PLIOCENO (Tpi)
			MIOCENO (Tm)
		TERCIARIO INFERIOR (Ti)	OLIGOCENO (To)
			EOCENO (Te)
			PALEOCENO (Tpal)
MESOZOICO (m)	CRETÁCICO (K)	CRETÁCICO SUPERIOR (Ks)	
		CRETÁCICO INFERIOR (Ki)	
	JURÁSICO (J)	JURÁSICO SUPERIOR (Js)	
		JURÁSICO MEDIO (Jm)	
		JURÁSICO INFERIOR (Ji)	
TRIÁSICO (TR)			
PALEOZOICO (P)	PALEOZOICO SUPERIOR (Ps)		
	PALEOZOICO INFERIOR (Ri)		
PRECÁMBRICO			

Código	Clases de Vegetación y Uso de Suelo
AR	Agricultura de Riego
BM	Bosque Mesófilo
Manglar	Manglar
PC	Pastizal Cultivado
PI	Pastizal Inducido
PIE	Pastizal Inducido y Erosión
P	Bosque de Pino
Pq	Bosque de Pino-Encino
Q	Bosque de Encino
Qp	Bosque de Encino-Pino
Sa	Sabana
SBC	Selva Baja Caducifolia
SBS	Selva Baja Subcaducifolia
SMq	Selva Mediana Subperenifolia
SMS	Selva Mediana Subcaducifolia
SVA	Sin Vegetación Aparente
TA	Agricultura de Temporal con Cultivos Anuales
TAP	Agricultura de Temporal con Cultivos Anuales Permanentes
TAS	Agricultura de Temporal con Cultivos Anuales Semiermanentes
TP	Agricultura de Temporal con Cultivos Permanentes
TPA	Agricultura de Temporal con Cultivos Permanentes Anuales
Tular	Tular
VDC	Vegetación de Dunas Costeras
Vegetación Secundaria	
VSArborea	Vegetación Secundaria Arborea
VSArbustiva	Vegetación Secundaria Arbustiva
VSHerbacea	Vegetación Secundaria Herbacea

Código	Clases de Suelo
Bc	Cambisol Cromico
Be	Cambisol Eutrico
Hh	Fecozem Háplico
I	Litosol
Re	Regosol Eutrico
Lc	Luvisol Crómico
Zg	Zolonchac Gleyico
Fases Texturales	
1	Gruesa (arenas)
2	Media (limos)
3	Fina (arcillas)

Tabla 7. Unidades Ambientales del Subsistema de Laderas de Montaña Bloque Altas.

UA	AA mnm	AR m	IPD	Litología%	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precip. en mm. Nov.-Abril	Precip. en mm. Mayo- Oct.	Temp. Nov.- Abril	Temp. Mayo- Oct.
Imba01	1440	1094	13 a 22	J(Gn)-87.9, J-K(cz-lu-ar)-12.09	SBC-30.27, SBCVSArbus-30.15, QVSArbus-12.98, Q-9.98	I+Re/1-98.4	50-100	1400-1700	21.5	24
Imba02	1500	1300	9 a 16	J(Gn)-59.87, J-K(Gr-Gd)- 40.13	P-63.07, SMSVSA-27.62	Re+Lc+I/2-77.3, I+Re/1-20.93	50-100	1400-1700	21.5	23.5
Imba03	2150	1633	14 a 22	J-K(Gr-Gd)-66.68, J(GN)-19.14, J-K(cz-lu-ar)14.17	P-38.61, Pq-20.98, SMSVSA-15.71	Re+Lc+I/2-80, I+Re/1-20	50-125	1400-2000	19.5	21
Imba04	1709	1037	7 a 12	J(Gn)- 100	P-63.73, 1SMSVSA-18.25, PVSArbus-14	Re+Lc+I/2-54, Re+I/1-46	100-125	1400-2000	20	22
Imba05	1725	1240	11 a 17	J(Gn)- 99.71	BM-50.38, Pq-15.96, SMqVSArbus-12.19	Re+Lc+I/2-76.8, Re+I/123.1	75-125	1400-2000	21	23
Imba06	1536	1245	9 a 17	J(Gn)-98.18	SMq-53.86, BM-25.45, SMqVSArbus-20.69	Re+Lc/2-83.6, Bc+Re/2-14.09	50-125	1400-2000	21	23
Imba07	2150	1050	9 a 17	J(Gn)-100	BM-37.78, Pq-32.35, PqVSArbus-16.5, BMVSArbus-9.31	Re+Lc+I/2-100	100-150	1400-1700	18	21
Imba08	2500	1200	13 a 21	J(Gn)- 98.54	Pq-73.58, PVSArbus-12.04	Re+Lc+I/2-92.9	75-150	1700-2000	18	21
Imba09	1800	1214	13 a 20	J(GN)-87.11	Q-50.07, P-21.1, Pq-13.51	Re+Lc+I/2-80.9+Re/1-19.1	75-125	1400-2000	19.5	21.5
Imba10	2355	1300	16 a 21	J(Gn)-99.74	Pq-71.21, Q-14.36	Re+Lc+I/2-73.7, I+Re/1-24.5	75-125	1400-2000	18	21
Imba11	2400	1200	14 a 21	J(Gn)-93.74	Pq-69.58, BM-9.73, PqVSArbus-9.18	Re+Lc+I/2-100	75-150	1000-1700	18.5	21
Imba12	1800	1063	10 a 17	J(Gn)-100	BM-62.44, P-18.87	Re+Lc+I/2- 83.2, Re+Lc/2- 16.8	100-150	1400-1700	19.5	21
Imba13	2290	1290	14 a 21	J(Gn)-99.83	Pq-88.71	Re+Lc+I/2- 100	75-100	800-1000	17.5	21
Imba14	2400	1313	10 a 18	J(Gn)-100	Pq-98.01	Re+Lc+I/2-100	75-150	1000-1700	17	20
Imba15	2750	1378	11 a 20	J(Gn)-100	Pq-76.97, BM-16.86	Re+Lc+I/2-100	75-125	1200-1700	17	19
Imba16	2200	1042	14 a 22	J(Gn)-99.72	Pq-100	Re+Lc+I/2-100	75-100	900-1000	18	22
Imba17	2510	1406	14 a 22	J(Gn)-96.99	Pq-80.68, Q-11.66	Re+Lc+I/2-100	75-125	700-1700	17	21
Imba18	2300	1013	14 a 24	J(Gn)-98.88	Pq-68.05, Q-11.28.77	Re+Lc+I/2-93.1	75-100	800-1000	17.5	19.5
Imba19	2200	1000	11 a 17	J(Gn)-91.13	Pq-94.67	Re+Lc+I/2-79.8, Re+I/Hv/2-20.2	125-150	900-1700	18	20.5
Imba20	2000	1000	12 a 22	J(Gn)-97	Pq-70.12, BM-18.44	Re+Lc+I/2-77.9, Re+I+Hv/2-22.1	75-100	900-1700	17.5	20.5
Imba21	2102	1068	13 a 22	PE(Gn)-95.15	Pq-53.78, QpVSArbus-34.75	Re+Lc+I/2-72.5, Re+I+Hv/2-27.5	100-125	1000-2000	19	18.7
Imba22	1750	1090	12 a 19	PE(Gn)-69.5, J(Gn)-30.5	Pq-53.83, QpVSArbus-15.87	Re+Lc+I/2-100	75-100	1400-1700	19	21.5
Imba23	1710	1081	13 a 21	PE(Gn)-99.9	QpVSArbus-35.09, Qp-27.88, SMSVSA-16.08, Pq-16.04	Re+Lc+I/2-100	100-125	1200-2000	19.5	21.5
Imba24	1642	1301	10 a 18	PE(Gn)-99.18	SMSVSA-64.22, QpVSArbus-28.78	Re+I+Hv/2-89.3, Re+Lc+I/2-10.7	125-150	1400-2000	20.5	22
Imba25	1150	1050	9 a 17	J(Gn)-99.83	SMSVSA-43.45, Q-16.6, SMS-11.24	Re+I+Re/2- 83, Re+Lc+I/2- 17	75-125	1400-2000	24.5	22

UA= Unidades Ambientales, AA= Altura Absoluta, AR= Altura Relativa, IPD= Interválo de Pendiente Dominante en Grados

Tabla 8. Unidades Ambientales de Laderas de Montaña Bloque Medias

LADERAS DE MONTAÑA BLOQUE MEDIAS (mbm)	UA	AA msmm	AR m	IPD	%	Litología	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precep. en mm. Nov.- Abril	Precep. en mm. Mayo- Oct.	Temp. Nov.- Abril	Temp. Mayo- Oct.
	lmbm01	1583	919	11 a 17	37.15	J(Gn)-100	SMSVSA-38.42, Pq-30.3, P-28.04	Re+Lc+I/2- 83.4, Re+I/1- 16.8	75-100	1400-1700	22	20.5
	lmbm02	900	713	8 a 17	48.58	J-K(Gr-Gd)-73.45, J(Gn)-26.55	SMSVSA-36.84, SMq-29.86, SMqVSArbus-23.05	Re+I/1- 89.8, Re+Be/1- 8	50-125	1200-1700	26	24
	lmbm03	1004	894	7 a 14	48.83	J(Gn)-52.44, J-K(Gr-Gd)-45.35	SMSVSA-35, SMq-21.14, SMSVSArbor-14.16, BM-9.41	Re+I/1- 55, Bc+Re/2- 30.6	50-75	1200-1700	25	23
	lmbm04	810	711	8 a 12	45.07	J-K(Gr-Gd)-73.83, J(Gn)-25.82	SMq-37.1, SMS-19.5, SMqVSArbus-18.07	Re+I/1- 70.2, Bc+Re/2- 23	50-75	1200-1400	26	24
	lmbm05	750	678	9 a 14	42.14	J-K(Gr-Gd)-98.84	SMq-36.45, SMSVSArbor-36.38	Re+I/1- 67.9, Re+I+Be/1- 27.3	50-75	1000-1200	26	23
	lmbm06	700	653	8 a 13	57.11	J-K(Gr-Gd)-100	SMSVSArbor-39.7, SMS-26.24, SMq-13.22, SMSVSA-11.72	Re+I+Be/1- 87.8, Re+I/1- 10.2	50-75	900-1200	26	23
	lmbm07	1200	806	10 a 18	44.69	J-K(Gr-Gd)-59.49, J(Gn)-40.51	SMq-30.94, SMqVSArbor-22.36, PC-18.92	Re+Lc+I/2- 45.3, Re/1, 35.1, Re+I+Lc/2- 19.4	50-100	1000-1700	24.5	21.5
	lmbm08	1100	750	12 a 21	56.1	J-K(Gr-Gd)-97.18	SMq-59.55, SMqVSArbor-32.97	Re+Lc+I/2- 54.9, Re+I/1- 45.1	50-75	1000-1400	25	22.5
	lmbm09	710	613	9 a 18	54.59	J-K(Gr-Gd)-97.78	SMq-47.3, SMS-26.43, SMqVSArbus-20.87	Re+I/1- 81.4, Re+Lc+I/2- 17.8	50-75	1200-1400	26	23.5
	lmbm10	1443	700	14 a 20	35.28	J(Gn)-99.88	BM-40.13, SMq-26.16, SMqVSArbor-9.9	Re+Lc+I/2- 81.6, Re+I/1- 16.3	50-100	1400-1700	23.5	21
	lmbm11	1820	920	18 a 24	41.35	T(lm-ar)-43.61, KI(oz)-34.09, J(Gn)-21.81	Pq-43.37, Q-24.49, QpVSArbus-10.55	Re+Lc+I/2- 48.3, I+Re/1- 33, Re+I+Be/2- 18.6	75-100	1000-1400	23	20
	lmbm12	1700	832	11 a 18	45.69	J(gn)-100	BM-22.96, BMVSArbus-22.5, Q-16.37, TA-13.94, SMqVSArbor-11.52	Re+Lc+I/2- 97.2	75-125	1400-2000	22	19.5
	lmbm13	1300	840	12 a 18	42.6	J(Gn)-100	PI-48.39, BMVSArbus-29.56, SMqVSArbus-21.25	Re+Lc+I/2- 61.9, Re+I+Lc/2- 36.1	100-125	1700-2000	23	20.5
	lmbm14	1325	848	10 a 19	47.78	J(Gn)-100	BM-84.56, TA-10.5	Re+Lc+I/2- 90.6, Re+I+Lc/2- 9.4	75-125	1700-2000	23.5	21
	lmbm15	1000	818	7 a 13	45.08	J(Gn)-89.8, J-K(Gr-Gd)-9.59	SMSVSA-69.53, BM-20.12, SMS-10.35	Re+I+Be/1- 93	50-75	900-1200	26	23.5
	lmbm16	1471	710	8 a 16	55.62	J(Gn)-100	Pq-65.72, SMqVSArbus-11.09, Qp-10.31	Re+Lc+I/2- 91.4	75-150	1400-2000	23	21
	lmbm17	1310	641	10 a 16	41.17	J(Gn)-100	BM-29.14, PI-20.4, Qp-18.21, Q-15.76	Re+Lc+I/2- 100	75-150	1700-2000	23.5	21
	lmbm18	1600	742	8 a 16	50.52	J(Gn)-100	Pq-62.13, BM-16.43	Re+Lc+I/2- 100	125-150	1400-2000	22	18.5
	lmbm19	1250	900	8 a 17	53.29	J(Gn)-100	BM-45.76, Q-17.14, PC-12.44	Re+Lc+I/2- 86.1, Re+I+Be/1- 12.9	75-100	1200-1700	25	22.5
	lmbm20	1720	820	17 a 26	37.26	J(Gn)-64.15, T(lm-ar)-35.85	Pq-40.34, BBS-22.63, Q-16, PIE-15.82	Re+Lc+I/2- 63.6, Re+I+Be/2- 33.4	75-100	800-900	22.5	19
	lmbm21	2017	721	9 a 17	43.69	PE(Gn)-81.62, J(Gn)-18.38	Q-65.4, Pq-33.55	Re+I+H/2- 94.3	75-100	700-800	20	17.5
	lmbm22	2100	832	12 a 21	41.89	J(Gn)-90.32,	Pq-52.6, QpVSArbus-47.2	Re+I+H/2- 54, Re+Lc+I/2- 46	100-125	1000-1400	19	17
	lmbm23	1200	757	10 a 18	42.92	PE(Gn)-95.41, PE(Gn)-9.68	SMSVSA-52.91, Pq-23.22, QVSArbus-17.78	Re+Lc+I/2- 40, Re+I+H/2- 32.4, Be+I+Re/2- 27.6	75-125	1700-2000	24.5	22
lmbm24	1450	750	11 a 18	44.38	J(Gn)-100	BM-34.95, Pq-30.51	Re+Lc+I/2- 69, Be+I+Re/2- 31	100-150	1700-2000	23	20	
lmbm25	1003	810	8 a 13	47.84	J(Gn)-99.7	Q-30.38, SMqVSArbus-15.28, QVSArbus13.84, Pq-13.74	Be+I+Re/2- 83, Re+Lc+I/2- 17	75-125	1400-2000	24.5	22	

UA= Unidades Ambientales, AA= Altura Absoluta, AR= Altura Relativa, IPD= Intervalo de Pendiente Dominante en Grados

5.2.2. Sistema de Lomeríos

5.2.2.1. Subsistema de Lomeríos Altos (loal), (Tabla 10), son unidades homogéneas, el tipo de suelo que predomina es el regosol eútrico asociado con cambisol eútrico con fase textural gruesa (Re+Be/1). El uso de suelo y vegetación que predomina es selva media subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMSVSA) y en menor proporción selva media subperenifolia (SMq). El intervalo de precipitación para el periodo seco es de 25 a 50 mm, con una temperatura de 25°C. Para el periodo húmedo, la precipitación es de 900 a 1400 mm, con temperatura de 27°C.

5.2.2.2. Subsistema de Lomeríos Medios (lom) (Tabla 10), son unidades homogéneas, el tipo de suelo que predomina es el regosol eútrico asociado con litosol con fase textural gruesa (Re+l/1) y solonchak gléyico asociado con regosol eútrico con fase textural media (Zg+Re/2). La clase de uso de suelo y vegetación dominante es selva media subcaducifolia (SMS), y con vegetación secundaria arbustiva (SMSVSA). Con intervalo de precipitación para el periodo seco de 25 a 50 mm y temperatura de 25°C. Los intervalos de precipitación para el periodo húmedo son de 900 a 1200 mm, con temperatura de 26.5 a 27°C.

5.2.2.3 Subsistema de Lomeríos Bajos (lob) y Lomeríos Bajos Aislados (lobai), (Tabla 10), es una unidad heterogénea en lo que se refiere al tipo de suelo, se presentan cuatro clases; regosol eútrico asociado con solonchak gléyico con fase textural gruesa (Re+Zg/1); regosol eútrico asociado con litosol con fase textural gruesa (Re+l/1); solonchak gléyico con fase textural media (Zg/2); feozem háplico asociado con cambisol eútrico con fase textural gruesa (Hh+Be/1). El tipo de vegetación que predomina es selva media subcaducifolia (SVS). El intervalo de precipitación en el periodo seco es de 25 a 50 mm, con temperatura de 25°C. Para el periodo húmedo la precipitación es de 900 a 1200 mm, con temperatura de 27°C.

Lomeríos Bajos Aislados (lombai) (Tabla 10), los tipos de suelo que predominan son el cambisol eútrico asociado con feozem háplico con fase textural media (Be+Hh/2) y el regosol eútrico asociado con cambisol eútrico con clase textural gruesa (Re+Be/1). El tipo de vegetación predominante es selva media subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva. La precipitación en el período seco es de 25 a 50 mm, con temperatura de 25°C. En el período húmedo la precipitación es de 900 a 1 400 mm, con temperatura de 26 a 27°C.

5.2.3. Sistema de Piedemontes

5.2.3.1. Subsistema de Piedemontes Superiores (pms), (Tabla 11) es una unidad homogénea en lo que se refiere a las clases de suelo que lo caracterizan, predomina el regosol eútrico asociado con litosol con fase textural gruesa (Re+I/1) y en menor proporción el feozem háplico asociado con cambisol eútrico con fase textural gruesa. Es una unidad heterogénea con respecto al uso de suelo y vegetación, las clases que presenta son selva media subcaducifolia (SMS), pastizal cultivado (PC) y Agricultura de temporal (TA). La precipitación es de 25 a 50 mm en el periodo seco, con una temperatura de 25°C. Para el periodo húmedo, la precipitación es de 900 a 1200 mm, con temperatura de 27°C.

5.2.3.2. Subsistema de Piedemontes Inferiores (pminf) y Piedemonte Inferior Disectado (pminfd), (Tabla 11), los tipos de suelo que predominan son regosol eútrico asociado con solonchak gléyico con fase textural gruesa (Re+Zg/1) y feozem háplico asociado con cambisol eútrico con fase textural gruesa (Hh+Be/1). Es una unidad heterogénea en lo que se refiere al tipo de uso de suelo y vegetación dominante, presenta tres tipos de vegetación: agricultura de temporal (TA), selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMSVSA) y pastizal cultivado (PC). El intervalo de precipitación para el periodo seco, es de 25 a 50 mm, con una temperatura de 25°C. Para el período húmedo la precipitación es de 900 a 1200 mm, con una temperatura de 27°C.

Tabla 9. Unidades Ambientales de Laderas de Montaña Bloque Bajas

UA	AA msnm	AR m	IPD	%	Litología%	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precip. en mm. Nov.- Abril	Precip. en mm. Mayo- Oct.	Temp. Nov.- Abril	Temp. Mayo- Oct.
lmbb01	800	501	14 a 23	38.48	J(Gn)-99.7	SMSVSA-62.56, SMS-22.36, PC-15.08	Re+I/1- 100	50-75	1400-1700	25 5	24
lmbb02	400	305	4 a 13	50.33	J(Gn)-97.11	SMSVSA-59.85, PC-24.61, SMq-10.9	Re+I/1- 99.2	25-50	1400-1700	26	23 5
lmbb03	800	508	7 a 13	42.65	J(Gn)-85.26, J-K(Gr-Gd)-14.74	SMSVSA-54.47, P-20.86, PC-12.06	Re+I/1- 54.1, Re+Lc+I/2- 45.9	50-100	1400-1700	25	23
lmbb04	1200	510	10 a 18	41.15	J(Gn)-81, J-K(Gr-Gd)-19	P-48.4, SMSVSA-40.78	Re+Lc+I/2- 69, Re+I/1- 31	75-125	1400-1700	23.5	21 5
lmbb05	900	534	7 a 15	58.89	J(Gn)-99.63	SMq-49.88, SMqVSArbor-24.45, SMSVSA-10.25	Re+Lc+I/2- 50.7, Re+I/1- 39.1, Bc+Re/2- 10.2	50-75	1400-200	25	23
lmbb06	500	408	8 a 14	54.09	J-K(Gr-Gd)-100	SMS-40.94, SMq-30.36, Sa-16.46, PC-12.51	Re+I/1- 94.3	50-75	1000-1200	27	24 5
lmbb07	410	361	4 a 11	48.77	J-K(Gr-Gd)-100	SMS-47.82, SMq-37.55, TA-10.7	Re+I/1- 99.6	50-75	1000-1200	27	25
lmbb08	300	237	5 a 12	70.03	J-K(Gr-Gd)-100	TA-38.18, SMS-34.17, SMq-27.56	Re+I/1- 100	50-75	1000-1200	27	25
lmbb09	910	450	14 a 22	42	J(Gn)-97.64	SMqVSArbor-74.61, SMq-19.9	Re+Lc/2- 98.8	50-75	1200-1700	24.5	22 5
lmbb10	625	348	5 a 12	61.8	J-K(Gr-Gd)-99.83	SMSVSA-34.53, SMS-28.09, SMqVSArbor-16.8	Re+I+Be/1- 50.7, Re+I/1- 47.8	50-75	900-1200	26	24
lmbb11	900	510	5 a 13	49.26	J-K(Gr-Gd)-96.65	SMSVSA-81.89, SMS-9.53	Re+I/1- 57.7, Re+I+Be/1- 42.3	50-75	1000-1200	26	24 5
lmbb12	700	413	8 a 16	58.75	J(Gn)-100	SMSVSA-46.61, SMqVSArbor-31.47	Re+I+Be/1- 59.8, Re+I/1- 40.2	50-75	1000-1400	25 5	23 5
lmbb13	917	311	10 a 18	49.61	J(Gn)-100	PC-82.16, PI-17.84,	Re+I+Lc/2- 100	50-100	1700-2000	24	21 5
lmbb14	1000	520	9 a 18	54.17	J(Gn)-100	PC-55.52, PI-38.2	Re+I+Lc/2- 100	50-100	1700-2000	24	22
lmbb15	900	560	8 a 16	48.53	J(Gn)-100	BM-53.18, PI-38.37	Re+I+Lc/2- 61.4, Re+Lc+I/2- 38.6	50-100	1400-1700	24 9	22 5
lmbb16	1022	450	5 a 14	63.95	J(Gn)-70.78, J-K(Gr-Gd)-27.26	SMSVSA-87.89	Re+I/1- 75, Re+Zg/1- 21.3	25-50	900-1000	27	25
lmbb17	900	439	4 a 10	68.34	J(Gn)-100	SMSVSA-77.63, SMS-20.41	Re+I+Be/1- 100	25-50	900-1200	26 5	24
lmbb18	1010	500	4 a 11	64.81	J(Gn)-96.8, KI(cz)-13.2	SMSVSA-78.52, SMS-18.71	Re+I+Be/1- 98	25-50	900-1000	26.5	24 5
lmbb19	300	210	4 a 7	55.59	J(Gn)-100	SMSVSA-95.49	Re+I/1- 59, Re+I+Br/1- 41	25-50	900-1000	27	25
lmbb20	800	521	6 a 12	56.04	J(Gn)-100	SMSVSA-63.97, BM-26.5, TA-9.52	Re+I+Be/1- 88.7, Re+Lc+I/2- 10.7	25-75	900-1200	26	23
lmbb21	1028	588	8 a 14	46.43	J(Gn)-100	SMSVSA-44.52, BM-27.54	Re+I+Be/1- 81 5, Re+Lc+I/2- 18.5	50-75	1000-1700	25 5	22 5
lmbb22	900	553	9 a 18	50.43	J(Gn)-100	SMqVSArbus-59.51, SMqVSArbor-24.7, Q-16.59	Re+I+Be/1- 79.2, Re+Lc+I/2- 20.8	50-75	1200-1700	25	22 5
lmbb23	700	417	4 a 11	53.17	J(Gn)-100	SMSVSA-81.38	Re+I+Be/1- 71.7, Re+I/1- 17.3, Be+I+Re/2- 11	25-75	1000-1400	25.5	23.5
lmbb24	1010	539	9 a 16	49.24	J(Gn)-100	SMqVSArbus-32.07, SMq-23.52, SMSVSA-17.33, Pq-15.91	Re+Lc+I/2- 59, Be+I+Re/2- 27.2, Re+I+Be/1- 13.8	50-100	1200-2000	25	22 5
lmbb25	510	392	5 a 11	52.31	J(Gn)-100	SMSVSA-56.96, SMSVSArbor-29.82	Be+I+Re/2- 59, Re+I+Be/1- 41	50-75	1000-1200	26	24
lmbb26	615	356	5 a 10	56.96	J(Gn)-100	SMSVSA-92.68	Be+I+Re/2- 73.2, Re+I/1- 19.7	25-75	900-1000	26.5	24 5
lmbb27	700	500	7 a 13	49.03	J(Gn)-98.95	SMSVSA-67.03, SMS-23.94	Be+I+Re/2- 53.6, Re+I/1- 46.4	25-75	900-1200	26 5	24 9
lmbb28	340	269	6 a 11	45.57	J(Gn)-98.95	SMSVSA-73.56, SMS-23.15	Be+I+Re/2- 89.7	50-75	900-1200	26	24
lmbb29	1010	400	8 a 14	41.23	J(Gn)-70.99, PE(Gn)-29.01	QVSArbus-95.32	Re+Lc+I/2- 64.3, Be+I+Re/2- 35.7	100-125	1700-2000	24	21 5
lmbb30	1110	425	6 a 13	55.66	J(Gn)-65.61, PE(Gn)- 34.39	Pq-62.45, QVSArbus-17.42, PqVSArbus-15.11	Re+Lc+I/2- 100	125-50	1400-2000	23	21
lmbb31	1710	547	14 a 21	69.11	J(Gn)-74.17, KI(cz)-18.43	Pq-55.96, PqVSArbus-23.18	Re+Lc+I/2- 93.3	75-100	800-1000	22 5	19
lmbb32	1215	315	6 a 15	39.61	Ti(lm-ar)-100	SBS-70.89, PIE-20.21	Re+I+Bc/2- 53.9, Re+I+Be/2- 45.1	75	800-1000	24	20 5
lmbb33	320	219	7 a 13	47.98	J-K(Gr-Gd)-94.27	SMq-43.84, SMS-31.1, SMqVSArbor-19.32	Re+I/1- 100	25-50	1000-1200	27	24 5
lmbb34	404	355	8 a 14	49.09	J-K(Gr-Gd)-99.35	SMq-58.12, SMS-22.32, SMSVSA-9.26	Re+I/1- 73.4, Re+Be/1- 23.7	25-50	1200-1400	27	24 9

UA= Unidades Ambientales, AA= Altura Absoluta, AR= Altura Relativa, IPD= Intervalo de Pendiente Dominante en Grados

Tabla 10. Unidades Ambientales de los Subistemas de Lomeríos Altos (loal), Lomeríos Medios (lom), Lomeríos Bajos (lob) y Lomeríos Bajos Aislados (lombal)												
LOMERÍOS ALTOS	UA	AA m/nm	AR m	IPD	%	Litología%	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precip. en mm. Nov.- Abril	Precip. en mm. Mayo- Oct.	Temp. Nov.- Abril	Temp. Mayo- Oct.
	loal01	232	179	4 a 10	62.16	J(Gn)-100	SMSVSA-90.22	Re+U/- 84.8	25-50	900-1000	27	25
	loal02	408	160	4 a 11	78.26	J(Gn)-100	SMSVSA-95.57	Re+Be/1- 83.2, Re+U/- 16.8	25-50	900-1000	27	24
	loal03	200	170	3 a 9	89.86	J-K(Gr-Gd)-100	SMSVSA-55.04, SMSVSArbor-29.9, PC-10.33	Re+Be/1- 77.3, Re+Zg/1- 22.7	25-50	900-1000	28.5	25
	loal04	204	204	6 a 15	48.92	J(Gn)-100	SMS-44.5, SMSVSArbor-41.6	Re+U/- 94	25-50	900-1000	27	25
	loal05	200	160	3 a 6	45.16	J-K(Gr-Gd)-92.25	SMSVSArbor-75.48, PC-21.28	Re+Be/1- 100	25-50	1000-1200	27	25
	loal06	200	167	4 a 9	54.88	J-K(Gr-Gd)-88.77, Q(a)-17.23	SMq-9288	Re+Be/1- 94.4	25-50	1200-1400	27	25
	loal07	220	167	2 a 6	63.49	J-K(Gr-Gd)-97.83	SMSVSA-54.23, Sa-23.89, SMSVSArbor-17.81	Re+Be/1- 92.8	25-50	1200-1400	27	25
	loal08	200	200	5 a 16	38.05	J(Gn)-100	SMq-96.01	Re+U/- 81.5, Zg+Re/2- 18.5	25-50	900-1000	27	25
LOMERÍOS MEDIOS (lom)	UA	AA m/nm	AR m	IPD	%	Litología%	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precip. en mm. Nov.- Abril	Precip. en mm. Mayo- Oct.	Temp. Nov.- Abril	Temp. Mayo- Oct.
	lom01	400	127	5 a 12	61.45	J(Gn)-97.2	SMSVSA-95.44	Re+U/- 73.2, Re+Be/1- 20.2	25-50	900-1000	28.5	24.5
	lom02	137	108	3 a 7	51.5	J(Gn)-50.5, K(cz)-49.5	SMSVSA-97	Re+U/- 100	25-50	900-1000	27	25
	lom03	120	120	4 a 11	45.82	J(Gn)-100	SMS-72.3, SMSVSArbor-19.81	Re+U/- 93.2	25-50	1000-1200	27	25
	lom04	177	127	4 a 10	48.27	J-K(Gr-Gd)-100	SMS-77.74, PC-22.26	Re+U/- 52.4, Be+Hv/2- 47.6	25-50	1000-1200	27	25
	lom05	103	103	2 a 7	69.39	J(Gn)-90.9	SMS-97.57	Zg+Re/2- 58.3, Zg/2- 41.7	25-50	900-1000	26.5	25
	lom06	105	105	2 a 9	48.05	J(Gn)-61.58, Q(a)-18.42	SMS-71.05, Ma-28.95	Zg+Re/2- 100	25-50	900-1000	26.5	25
	lom07	212	145	4 a 12	45.57	J-K(Gr-Gd)-100	SMSVSArbor-47.01, PC-27.21, SMS-25.69	Re+Be/1- 74.9, Be+Hv/2- 25.1	25-50	1000-1200	27	25
	loal08	188	142	6 a 7	55	J-K(Gr-Gd)-100	SMq-72.5, SMqVSArbor-18.75	Re+U/- 100	25-50	1000-1200	27	25
LOMERÍOS BAJOS (lob)	UA	AA m/nm	AR m	IPD	%	Litología%	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precip. en mm. Nov.- Abril	Precip. en mm. Mayo- Oct.	Temp. Nov.- Abril	Temp. Mayo- Oct.
	lob01	115	80	3 a 9	55.61	J(Gn)-78.9, K(cz)-16.38	SMSVSA-92.58	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	27	25
	lob02	100	73	4 a 10	49.33	J-K(Gr-Gd)-85.33, Q(a)-14.67	SMS-49.33, TA-37.33, TP-10.33	Re+U/- 57.3, Hh+Be/1- 42.7	25-50	1000-1200	27	25
	lob03	60	60	4 a 9	45	J-K(Gr-Gd)-100	SMSVSA-78	Zg/2- 100	25-50	900-1000	27	25
	lob04	100	50	2 a 9	52.04	J-K(Gr-Gd)-100	SMS-70.9, PC-29.1	Hh+Be/1- 59.4, Re+U/- 32.4	25-50	1000-1200	27	25
	lob05	171	92	3 a 6	51.47	J-K(Gr-Gd)-92.16	PC-63.23, SMSVSArbor-38.77	Hh+Be/1- 82.2	25-50	900-1200	27	25
	lob08	167	77	3 a 7	58.8	J-K(Gr-Gd)-100	SMS-76.85, PC-21.35	Re+U/- 57.3, Hh+Be/1- 42.7	25-50	1000-1200	27	25
LOMERÍOS BAJOS AISLADOS (lombal)	UA	AA m/nm	AR m	IPD	%	Litología%	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precip. en mm. Nov.- Abril	Precip. en mm. Mayo- Oct.	Temp. Nov.- Abril	Temp. Mayo- Oct.
	lombal01	31	31	2 a 4	77.27	J(Gn)-100	SMSVSA-71.36, Ma-16.36, PC-11.82	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	27	25
	lombal02	100	85	3 a 7	72.54	J-K(Gr-Gd)-83.18	SMSVSA-66.66, TA-16.23	Re+Be/1- 84.3, Hh+Be/1- 15.7	25-50	1000-1200	27	25
	lombal03	100	100	5 a 12	70.53	J(Gn)-82.75	SMSVSA-61.35, PC-29.95	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	27	25
	lombal04	100	64	2 a 6	47.46	J(Gn)-100	SMq-98.81	Be+Hh/2- 50.7, Zg+Re/2- 26.4, Zg/2- 22.8	25-50	900-1000	26	25
	lombal05	46	40	2 a 6	56.7	J(Gn)-100	SMq-100	Zg/2- 100	25-50	900-1000	26	25
	lombal06	47	40	3 a 8	66.4	J(Gn)-100	SMq-59.05, TP-21, Ma-19.05	Zg+Re/2- 100	25-50	900-1000	26	25
	lombal07	63	63	2 a 7	51.2	J(Gn)-79.17, Q(a)-20.83	SMSVSA-56.94, TAP-34.72	Re+Be+U/- 100	25-50	1000-1200	27	25
	lombal08	100	48	2 a 4	90.24	J(Gn)-95.12	SMSVSA-82.93, TAP-17.07	Re+Be+U/- 100	25-50	1000-1200	27	25
	lombal09	110	77	2 a 8	54.2	J-K(Gr-Gd)-66.6, Q(a)-33.2	SMSVSA-67.94, TA-32.06	Be+Re+Be/2- 100	25-50	1200-1400	27	25
	lombal10	150	87	1 a 10	47.1	J(Gn)-90.95, Q(a)-9.05	SMqVSArbor-86.23, TAP-10.5	Re+Be/1- 76.4, Be+Hh/2- 23.6	25-50	900-1000	27	25
	lombal11	100	47	4 a 7	53.84	J(Gn)-100	PC-100	Be+Hh/2- 100	25-50	1000-1200	27	25
lombal12	43	35	4 a 8	44.3	Q(a)-75, J(Gn)-25	PC-100	Be+Hh/2- 100	25-50	1000-1200	27	25	

UA= Unidades Ambientales, AA= Altura Absoluta, AR= Altura Relativa, IPD= Intervalo de Pendiente Dominante en Grados

Tabla 11. Unidades Ambientales del Sistema de Piedemontes Piedemontes

	UA	AA msnm	AR m	IPD	%	Litología%	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precip. en mm. Nov.-Abril	Precip. en mm. Mayo- Oct.	Temp. Nov.- Abril	Temp. Mayo- Oct.
1	pms01	235	138	3 a 4	45.7	J(Gn)-97.75	TA-56.54, SMSVSA-43.36	Re+I/1- 93	25-50	900-1000	27	25
	pms02	342	300	8 a 14	58.95	J(Gn)-60.88, J-K(Gr-Gd)-39.12	SMSA-87.1	Re+I/1- 70.3, Re+Zg/1- 29.7	25-50	900-1000	27	25
	pms03	108	86	3 a 4	67.55	J-K(Gr-Gd)-67.86, Q(al)-12.14	PC-70.01, SMS-24.86	Hh+Be/1- 87.7, Re+I/1- 12.7	25-50	1000-1200	27	25
2	pminf01	97	100	1 a 3	60.17	J-K(Gr-Gd)-42.06, J(Gn)-29.26, Q(cg)-22.05	TA-49.64, SMSVSA-45.52	Re+Zg/1- 48, Re+I/1- 46.1	25-50	900-1000	27	25
	pminf02	84	77	1 a 3	57.43	J(Gn)-97.75, J-K(Gr-Gd)-21.94, Q(al)-9.69	SMSVSA-45.52, TA-43.14	Re+Zg/1- 90.7, Re+I/1- 9.3	25-50	900-1000	27	25
	pminf03	76	47	1 a 3	54.04	Q(al)-66.77, J-K(Gr-Gd)-33.22	PC-80.65, TP-15.43	Hh+Be/1- 99.7	25-50	1000-1200	27	25
	pminf01	84	77	2 a 3	66.34	J(Gn)-72.11, J-K(Gr-Gd)-22.59	SMSVSA-65.87, TA-34.13	Re+Zg/1-100	25-50	900-1000	27	25
SUBSISTEMA DE PIEDEMONTES	pm01	100	66	3 a 5	61.78	J(Gn)-86.47	SMSVSA-67.72, TA-28.89	Re+I/1- 78.3, Re+Be/1- 16.4	50-75	900-1000	26.5	24.9
	pm02	84	42	1 a 2	70.38	J(Gn)-100	TA-65.77, SMSVSA-34.23	Re+I/1- 97.9	25-50	900-1000	27	25
	pm03	90	100	1 a 3	77.4	J-K(Gr-Gd)-100	SMSVSA-86.74, SMSVSArbor-9.88	Re+Zg/1- 86.2, Re+I+Be/1- 13.8	25-50	900-1000	27	25
	pm04	100	70	1 a 2	53.11	J-K(Gr-Gd)-100	SMSVSArbor-81.1, PC-11.05	Re+I+Be/1- 45.7, Re+Zg/1- 29.2, Hh+Be/1- 25.1	25-50	900-1000	27	25
	pm05	119	53	10 a 16	44.06	J(Gn)-100	SMSVSArbor-61.01, SMS-23.72	Re+I/1- 100	25-50	900-1000	27	25
	pm06	100	70	>0 a 2	75.11	J(Gn)-85.13, Q(al)-14.87	PC-39.07, SMS-30.51, SMSVSArbor-12.95, TP-12.16	Re+I/1- 78.5, Hh+Be/1- 18.6	25-50	900-1000	27	25
	pm07	99	48	1 a 2	90.61	J-K(Gr-Gd)-86.85, Q(al)-13.5	PC-53.52, SMS-46.48	Hh+Be/1- 41.3, Re+I/1- 38.5, Be+Hh/2- 20.2	25-50	1000-1200	27	25
	pm08	110	71	1 a 3	67.64	J-K(Gr-Gd)-57.7, Q(al)-42.3	PC-56.97, SMSVSA-24.35, SMSVSArbor-11.89	Re+Be/1- 71.9, Be+Hh/2-28.1	25-50	1000-1200	27	25
	pm09	100	73	1 a 4	78.87	J-K(Gr-Gd)-54.13, Q(al)-45.87	PC-48.96, SMq-19.03, SMS-16.86	Re+Be/1- 98.9	25-50	1200-1400	27	25
	pm10	300	124	2 a 6	69.27	J(Gn)-88.25, K(lcz)-11.75	SMSVSA-53.81, TA-46.39	Re+I/1- 83.7, Re+I+Be/1- 16.3	25-50	900-1000	26.5	24.5
	pmi01	592	122	4 a 8	63.25	J(Gn)-100	TA-33.78, TAS-31.9, PI-17.88, BM-11.08	Re+I+Lo/2- 88.1, Re+Lo+I/2- 11.9	75-100	1700-1200	24	22.5
1= Subsistema de Piedemontes Superiores, 2= Subsistema de Piedemontes Inferiores y Piedemonte Inferior Disectado												
pms= Piedemontes Superiores, pmi= piedemontes inferiores, pm= Piedemontes, pminf= Piedemonte Inferior Disectado, pmi= Piedemonte Intermontano												
UA= Unidades Ambientales, AA= Altura Absoluta, AR= Altura Relativa, IPD= Interválo de Pendiente Dominante en Grados												

5.2.3.3. Subsistemas de Piedemontes (pm), 5.2.3.4. Piedemonte Intermontano (pmi), (Tabla 11), los tipos de suelo predominantes son el regosol eútrico asociado con litosol con fase textural gruesa (Re+I/1). La clase de uso de suelo y vegetación dominante es el pastizal cultivado (PC). El intervalo de precipitación en el período seco es de 25 a 50 mm, con temperatura de 25°C. Para el período húmedo, la precipitación es de 900 a 1400 mm, con temperatura de 27°C.

5.2.4. Sistema de Planicies Aluviales, Planicies Aluviales Intermontanas, Planicie Fluvial y Planicie Fluvio Deltaica

5.2.4.1. Subsistema de Planicies Aluviales (pal), (Tabla 12), el tipo de suelo dominante es regosol eútrico, asociado con solonchac gléyico con fase textural gruesa (Re+Zg/1). La clase de uso de suelo y vegetación dominante es el pastizal cultivado (PC). La precipitación para el periodo seco tiene un intervalo de 25-50 mm y temperatura de 25°C. Para el periodo húmedo el periodo de precipitación dominante es de 900 a 1400 mm, la temperatura es de 27°C.

5.2.4.2. Subsistema de Planicies Aluviales Intermontanas (pai), (Tabla 12), son unidades heterogéneas, los tipos de suelo que predominan son: regosol eútrico asociado con litosol y luvisol crómico con fase textural media (Re+I+Lc/2), cambisol eútrico asociado con litosol y regosol eútrico con fase textural media (Be+I+Re/2), regosol eútrico asociado con litosol y cambisol eútrico con fase textural media (Re+I+Be/2). El uso de suelo y vegetación dominante es selva media subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMSVSA). El intervalo de precipitación para el período seco es de 25 a 75 mm, la temperatura es de 25.7°C. Para el período húmedo la precipitación es de 900 a 1200 mm, con temperatura de 26°C.

5.2.4.3. Subsistema de Planicie Fluvial (pf) y Planicie Fluviodeltaica (pfd).

Planicie Fluvio-Deltaica (pfd), (Tabla 12), es una unidad heterogénea, en ella se encuentran tres tipos de suelos: feozem háplico asociado con cambisol eútrico con fase textural gruesa (Hh+Be/1), regosol eútrico asociado con solonchac gléyico con fase textural gruesa (Re+Zg/1) y regosol eútrico asociado con litosol con fase textural gruesa (Re+I/1). La clase de uso de suelo y vegetación que predomina es de pastizal cultivado (PC), agricultura con cultivos permanentes (TP) y agricultura de temporal (TA). La precipitación para el período seco es de 50 a 75 mm, con una temperatura de 24.5°C. La precipitación para el período húmedo es de 1000 a 1400 mm, con una temperatura de 26.5°C.

Planicie Fluvial (pf), (Tabla 12), es una unidad heterogénea en lo que se refiere a los tipos de suelo que se presentan en ella: regosol eútrico asociado con cambisol eútrico con fase textural gruesa (Re+Be/1), cambisol eútrico asociado con litosol y regosol eútrico con fase textural media (Be+I+Re/2). EL uso de suelo y vegetación que predomina es selva media subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMSVSA) y agricultura de temporal (TA). La precipitación para el período seco es de 27 a 75 mm, con temperatura de 26.5°C. Para el período húmedo la precipitación es de 800 a 1400 mm, con temperatura de 26.5°C.

5.2.5. Sistema de Planicies Costeras, Planicies Lagunares-Costeras y Planicie Lagunar Fluvial.

5.2.5.1. Subsistema de Planicies Costeras (pc) y Planicie Costera de Plataforma Marina (pcptm), (Tabla 13), son unidades homogéneas, el tipo de suelo que predomina es regosol eútrico asociado con solonchac gléyico con fase textural gruesa (Re+Zg/1). El uso de suelo y vegetación dominante es vegetación de dunas costeras (VDC). El intervalo de precipitación para el periodo seco es de 25 a 75 mm, la temperatura es de 25°C. para el periodo húmedo la precipitación es de 900 a 1400 mm, con temperatura de 27°C.

5.2.5.2. Subsistema de Planicies Lagunares-Costeras (plc) y Planicie Lagunar-Fluvial (plf), (Tabla 13), son unidades homogéneas, el tipo de suelo que predomina es el regosol eútrico asociado con solonchac gléyico con fase textural gruesa. La clase de uso de suelo y vegetación que predomina es manglar (Ma), la precipitación para el período seco es de 25 a 50 mm, la temperatura es de 25°C. Para el período húmedo la precipitación es de 900 a 1000 mm, con temperatura de 27°C.

Planicie Lagunar Fluvial (plf), (Tabla 13), el tipo de suelo que presenta es regosol eútrico asociado con litosol con fase textural gruesa (Re+I/1), regosol eútrico asociado con solonchac con fase textural gruesa (Re+Zg/1). El tipo de vegetación que predomina es de tular (Tu). La precipitación para el periodo seco es de 25 a 50 mm, la temperatura es de 25°C. Para el período húmedo la precipitación es de 900 a 1000 mm, con temperatura de 25°C.

Tabla 12. Unidades Ambientales de los Subsistemas de Planicies Aluviales, Planicies Aluviales Intermontanas, Planicie Fluvial y Planicie Fluvio Deltaica

SUBSISTEMA DE PLANICIES ALUVIALES	UA	AA manm	AR m	IPD	%	Litología%	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precip. en mm. Nov.-Abril	Precip. en mm. Mayo- Oct.	Temp. Nov.- Abril	Temp. Mayo- Oct.
	1	pa101	50	50	0 a 1	59.7	J-K(Gr-Gd)-37.31, Q(a1)-35.82, Q(cg)-20.9	SVA-50.75, TA-47.76	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	25
	pa102	53	53	0 a 2	90.6	Q(a1)-92.96	TA-90.48, SMSVSA-9.06	Re+Zg/1- 79.9, Re+I/1- 20.1	25-50	900-1000	25	27
	pa103	65	65	0 a 3	80.4	Q(a1)-61.54	TAP-77.9, PC-11.42	Re+Zg/1- 65.9, Re+I/1- 10.4	25-50	900-1000	25	27
	pa104	47	60	2	66.7	Q(a1)-70.16, J-K(Gr-Gd)-20.16, Q(l1)-9.67	PC-69.52, SMSVSA-10.84	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	25	27
	pa105	23	23	0-2	82.3	J-K(Gr-Gd)-58.06, Q(l1)-41.94	SMSVSA-100	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	25	27
	pa107	50	50	0 a 2	63.3	Q(a1)-67.12, J-K(Gr-Gd)-16.66, Q(l1)-16.06	PC-44.95, SVA-26.6, SMSVSArbor-14.52	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	25	27
	pa107	54	54	0 a 4	48.2	Q(a1)-66.66, J-K(Gr-Gd)-23	PC-55.38, SMSVSA-30.25	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	25	27
	pa108	43	30	0 a 2	100	J-K(Gr-Gd)-54.2, Q(a1)-45.8	PC-100	Re+Zg/1- 82.2, Hh+Be/1- 17.8	25-50	900-1000	25	27
	pa109	101	72	0 a 1	96.5	Q(a1)-100	PC-56.39, TP-40.79	Hh+be/1- 99.8	25-50	1000-1200	25	27
	pa110	92	44	1 a 2	72.8	Q(a1)-85.62, J-K(Gr-Gd)-11.12	PC-79.22, SMS-14.27	Re+I/1- 39.7, Hh+be/1- 34.5, Be+Hh/2- 25.8	25-50	1000-1200	25	27
	pa111	48	48	2 a 4	63.4	J(Gn)-53.73, Q(a1)-46.27	SMSVSArbor-85.82, PC-10.44	Re+I/1- 83.6, Zg+Re/2- 16.4	25-50	900-1000	25	27
	pa112	126	90	0 a 3	95.5	Q(a1)-87.83, J-K(Gr-Gd)-11.06	PC-58.9, TP-21.57, SMSVSA-10.7	Be+Hh/2- 65.8, Re+I/1- 25.4	50-75	1000-1200	24.9	27
	pa113	138	116	0 a 2	82.3	Q(a1)-85.87, J-K(Gr-Gd)-11.06	PC-56.35, TPA-34.95	Be+Hh/2- 55.4, Re+I/1- 34.9	50-75	900-1200	24.9	26.5
	pa114	85	90	1 a 2	64.5	Q(a1)-82.17, J-K(Gr-Gd)-17.82	PC-92.18	Re+Be/1- 100	25-50	1000-1400	25	27
	pa115	100	100	0 a 3	94.9	Q(a1)-96.05	TA-36.5, PC-21.2, TP-26.3	Be+Re+Be/2- 28.3, Be+Hh/2- 24.8, Re+Be+I/1- 17	50-75	900-1400	24.5	26.5
	pa101	530	130	1 a 5	55.4	J(Gn)-89.9, J-K(Gr-Gd)-10.1	SMSVSArbor-23.5, TAS-22.02, PC-20.2, TA-18.82, SMSVSA-13.06	Re+I+Lc/2- 40.2, Re+I+Be/1- 28.6, Re+I/1- 17.7, Re+Lc+I/2- 13.6	50-75	1000-2000	22.5	25
	pa102	169	82	1 a 5	56.8	Q(a1)-69.7, J(Gn)-30.3	SMSVSA-94.06	Be+I+Re/2- 100	50-75	1000-1200	24	26
	pa103	183	77	3 a 5	75	J(Gn)-100	SMSVSA-89.51, 10.48	Re+I+Be/1- 100	25-50	900-1000	25	27
2	pd01	145	145	0 a 3	91.714	Q(a1)-80.65, J-K(Gr-Gd)-14.5	PC-40.5, TP-32.49, TA-14.25	Hh+Be/1- 45.3, Re+Zg/1- 33.4, Re+I/1- 13.9	50-75	1000-1400	24.5	26.5
	pd01	124	124	0 a 3	78.87	Q(a1)-63.25, J(Gn)-19.92	SMSVSA-54.68, TA-46.39	Re+Be/1- 46.9, Be+I+Re/2- 22.6, Re+Zg/1- 15.5, Re+I/1- 14.6	25-75	800-1400	24.5	26.5

1= Subsistema de Planicies Aluviales Intermontanas, 2= Subsistema de Planicie Fluvial y Planicie Fluviodeltaica

UA= Unidades Ambientales, AA= Altura Absoluta, AR= Altura Relativa, IPD= Intervalo de Pendiente Dominante en Grados

Tabla 13. Unidades Ambientales de Planicies Costeras y Planicie Costera de Plataforma Marina, Planicies Lagunares Costeras y Planicie Lagunar Fluvial

	UA	AA msnm	AR m	IPD	%	Litología%	Uso de Suelo%	Tipo de Suelo%	Precip. en mm. Nov.- Abril	Precip. en mm. Mayo-Oct.	Temp. Nov. Abril	Temp. Mayo- Oct.
1	pc01	1	1	0	90.6	Q(II)-88.08, Q(cg)-9.78	TA-68.2, SMSVSA-22.73	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	25	27
	pc02	24	24	0 a 1	98.6	Q(II)-91.41	VDC-32.45, SVA-30.85, SBS-29.01	Re+Zg/1- 100	25-50	800-900	25	27
	pc03	50	22	0 a 2	98.5	Q(al)-68.87, J-K(Gr-Gd)-33.33	SVA-39.78, VDC-31.02, PC-23.79	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	25	27
	pc04	47	47	0 a 2	98.2	Q(al)-74.27, Q(II)-16.95	TP-57.41, PC-21.76	Re+Zg/1- 71.5, Hh+Be/1- 28.5	25-50	900-1000	25	27
	pc05	29	29	0 a 3	76.1	Q(II)-74.75, Q(al)-24.27	VDC-66.66, Ma-24.27	Re+I/1- 73.5, Re+Zg/1- 26.5	25-50	900-1000	25	27
	pc06	1	1	0 a 1	90.7	Q(II)-100	VDC-88.69, 21.1	Zg+Re/2- 100	25-50	900-1000	25	28.5
	pc07	10	10	0 a 1	98.6	Q(II)-100	VDC-45.37, SVA-32.45, TP-17.29	Zg+Re/2- 100	25-50	900-1000	25	28
	pcptm01	100	100	0 a 3	72.2	Q(cg)-81.5, J(Gn)-12.93	TA-70.3, SMSVSA-22.85	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	25	27
2	plc01	18	18	0	86.3	Q(la)-81.19, Q(II)-12.49	Ma-87.04	Re+Zg/1- 100	25-50	900-1000	25	27
	plc02	17	17	0 a 1	40.1	Q(al)-72.24, J-K(Gr-Gd)-23.68	Ma-59.72, PC-12.69????	Re+Zg/1- 87.6, Hh+Be/1- 12.5	25-50	900-1000	25	27
	plc03	50	50	0 a 2	90.5	Q(la)-96.64	Ma-60.58, SMq-27.73	Zg+Re/2- 62.5, Zg/2- 30.3	25-50	900-1000	25	28.5
	plf01	44	33	0 a 2	94.4	Q(al)-99.09	TU-80.72, PC-18	Re+I/1-62.4, Re+Zg/1- 31.6	25-50	900-1000	25	27

1= Subsistema de Planicies Costeras y Planicie Costera de Plataforma Marina, 2= Subsistema de Planicies Lagunares Costeras y Planicie Lagunar Fluvial

Planicies Costeras (pc), Planicie Costera de Plataforma Marina (pcptm), Planicies Lagunares Costeras (plc), Planicie Lagunar Fluvial (plf)

UA= Unidades Ambientales, AA= Altura Absoluta, AR= Altura Relativa, IPD= Interválo de Pendiente Dominante en Grados

5.3. CONCLUSIONES.

La principal contribución de la presente tesis, es el haber aportado conocimiento de manera sintética-integral, de una región del Estado de Oaxaca, muy poco estudiada. Desde el punto de vista geomorfológico se ha tratado de explicar la complejidad del relieve de un área que se delimitó por primera vez con base en una regionalización morfotectónica y que se nombró como el Mesobloque "El Encantado".

En lo que respecta a la delimitación de unidades ambientales, queda ampliamente demostrada la importancia de una regionalización geomorfológica, cuya base metodológica es la utilización de un levantamiento geomorfológico analítico por medio de una modificación a la propuesta de la jerarquización espacial, del Sistema ITC para Levantamientos Geomorfológicos (Verstappen y Van Zuidam, 1991) y la adquisición estructurada de datos sintéticos para obtener Unidades de Mapeo del Terreno o Unidades Ambientales (Meijerink, 1988) por medio de un levantamiento geomorfológico sintético.

La variante de ambos métodos dio como resultado la delimitación de unidades geomorfológicas, con base primeramente en las cuatro características más importantes del relieve: a) el origen principal (endógeno tectónico, exógeno denudativo, exógeno acumulativo ó poligenético); b) Tipo del relieve (laderas de montaña bloque, lomeríos, piedemontes y planicies), c) Edad del relieve y d) Clase geométrica del relieve.

En una región, en donde el control tectónico sobre las formas del relieve es el origen principal, el segundo parámetro más importante para subdividir un Sistema Geomorfológico en Subsistemas Geomorfológicos, es la altura relativa (en el caso de las laderas de montaña bloque y lomeríos), la posición topográfica (en lo que respecta a los piedemontes). Para el relieve costero (planicies costeras, planicies lagunares costeras) y las planicies aluviales; el criterio más importante fue el origen (exógeno acumulativo, acumulativo-denudativo y fluvio-marino).

Se delimitaron tres niveles geomorfológicos jerárquicos: a) cuatro Sistemas Geomorfológicos (que corresponden a los cuatro tipos generales del relieve),

b) 14 Subsistemas Geomorfológicos (son los tipos particulares del relieve) y
c) 172 Unidades Geomorfológicas; que son la base cartográfica para obtener a las unidades ambientales.

La información ambiental (geología, edafología, clima, vegetación y uso de suelo) contenida en cada una de ellas, dio como resultado una base de datos que se presentó en forma de tablas sintéticas a manera de inventario y de reconocimiento.

La metodología que se utilizó, es útil para realizar investigaciones multidisciplinarias, ya que permite estudiar a un territorio de manera integral.

Otras posibles aplicaciones pueden ser enfocadas a estudios regionales de riesgos, de deterioro y monitoreo ambiental.

La información sintética contenida en las unidades ambientales, puede modificarse, ampliarse o actualizarse, según las necesidades y los objetivos de la investigación a realizarse.

Es importante destacar que el estudio de manera integral del Mesobloque "El Encantado", no finaliza con la presente tesis, pues en un futuro cercano se analizarán las interrelaciones entre los componentes del medio natural, por cada subsistema.

BIBLIOGRAFÍA

Arzate, J. A., M. Marechal and J. Urrutia (1993), A Resource Preliminary Crustal Model of the Oaxaca Continental Margin and Subduction Zone from Magnetollurgic and Gravity Measurements. *Geofísica Internacional*. Vol. 32 (3): pp 441-452. México.

Aguilar Zuñiga C., (1998), Clasificación Biogeográfica del Territorio Mexicano con Base en Cuatro Sistemas a Partir de Taxa y Criterios Distintos. Tesis de Licenciatura, Facultad de estudios superiores Zaragoza, UNAM, México, 100 pp.

Barsch, D. and R. Maüsbacher (1979), Geomorphological and Ecological Mapping. *Geojournal*, Wiesbaden 3(4): pp 361-370.

Bertrand, G. (1968), Paisaje y Geografía Física Global. pp 461-469. En El Pensamiento Geográfico. Estudio Interpretativo y Antología de Textos (de Humboldt a Tendencias Radicales), (Mendoza; J. Editor 1994), Alianza Madrid, España.

Bocco Verdinelli, G., A. Torres García, J. Velázquez Montes y Ch. Siebe Grabach (1998), Geomorfología y Recursos Naturales. El Caso de Nuevo san Juan Parangaricutiro, Michoacán, *Geografía y Desarrollo*, Colegio Mexicano de Geografía-INEGI, México, No. 16: pp 71-84.

Bodin, P. and T. Klinger (1986), Coastal Uplift and Mortality of Intertidal Organisms Caused by the September 1985 Mexico Earthquakes. *Science* 233: pp 1071-1073.

Campa, M. and P. Coney, (1983), Tectonic-Stratigraphic and Mineral Resource Distributions in Mexico. *Canadian Journal of Earth Science* 20: pp 1040-1051.

Campos Villanueva, A., Cortés Arriaga, L., Dávila Aranda, P., García Mendoza, A., Reyes Santiago, J., Toriz Acosta, G., Torrez Colín, L., Torres Colín, R. (1992), Plantas y Flores de Oaxaca, Cuadernos del Instituto de Biología 18. UNAM. 61 p.

Carranza-Edwards, A., M. Gutierrez-Estrada y R. Rodríguez-Torres, (1975), Unidades Morfotectónicas Continentales de las Costas Mexicanas. Anales del centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM 2 (1): pp 81 88.

Centeno-García, E. And J. Duncan Keppie, (1999), Latest Paleozoic-Early Mesozoic Structures in the Central Oaxaca Terrane of Southern of Mexico: Deformation and Triple Junction. Tectonophysics 301: pp 231-242. Elsevier Science, Great Britain.

CETENAL-UNAM, (1970), Carta de Climas a Esc. 1:500,000 (clave Oaxaca 14Q-VIII), México.

Chuvieco, E., (1990), Fundamentos de Teledetección Espacial. Rialp, España 453 pp.

Coney, D. J., (1983), Un Modelo Tectónico de México y sus Relaciones con América del Norte, América del Sur y el Caribe. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, México. V 15 (1): pp 6-15.

Cooke, R. U. and J. C. Doornkamp, (1990), Geomorphology in Environmental Management, A New Introduction, Second Edition. Oxford University Press, USA. 410 pp.

Coque, R., (1984), Geomorfología. Alianza Editorial, Madrid España. 475 pp.

Córdova, C. (1988), Geomorfología en Escala Pequeña del Occidente de la República Mexicana, Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras UNAM, México 127 pp.

Cuanalao de la Cerda, H., E. Ojeda, A. Santos y C. Ortiz Solorio, (1989), Provincias, Regiones y Subregiones Terrestres. Colegio de Posgraduados, Centro de Edafología Chapingo. 624 pp.

de Bolos, I. M., M. Bovet, X. Estruch, R. Peña, I. Villa, J. Ribas y J. Soler (1992), Manual de Ciencia del Paisaje, Teoría, Métodos y Aplicaciones. Masson, S. A., Barcelona, España. 273 pp.

de Cserna, Z., (1961), Tectonic Map of Mexico. Esc. 1:2 500 000. Geological Society of America. New York.

de Cserna, Z., (1965), Reconocimiento Geológico de la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Edo. de Guerrero. Boletín del Instituto de Geología No. 62: 77 pp. UNAM, México.

de Cserna, Z.,(1967), Tectonic Framework of Southern Mexico end its Bering on the problem o Continental Drift. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, V. 30 (2): pp 159-168. México.

de Cserna, Z. (1970), Reflexiones Sobre Algunos de los Problemas de la Geología en la Parte Centromeridional de México, en: Libro Guía de la Excursión México-Oaxaca, Sociedad Geológica Mexicana, México. 37-50 pp.

de Cserna, Z. (1992), Tectónica. Atlas Nacional de México IV.2.1, Instituto de Geografía UNAM, México.

Forman, T. and M. Godron, (1986), Landscape Ecology. John. Willey & Sons Inc., Editors, New York, USA, 616 pp.

Fries, C., Jr. Y C. Rincón Orta, (1965), Nuevas Aportaciones Geocronológicas y Técnicas Empleadas en el laboratorio de Geocronometría. Boletín del instituto de Geología, UNAM, México. No. 73: pp. 62-76.

García de Fuentes, A., (1975), Introducción al Concepto de Regionalización. Serie Varia, Instituto de Geografía , UNAM, México. No.1: pp. 3-9

García de Miranda, E. (1987), Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, cuarta edición, México, 217 pp.

Geissert, D. Y J. Rossignol (Coordinadores) (1987), La Morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes. Conceptos y Primeras Aplicaciones en México. INIREB-ORSTROM, México. 83 pp.

Geissert, D., (1999), Regionalización Geomorfológica del Estado de Veracruz. Boletín del Instituto de Geografía, Investigaciones Geográficas, UNAM, México. No. 40: pp. 23-47.

Guerrero, J., L. Silver y T. Anderson, (1978), Estudios Geocronológicos del Complejo Xolapa. Resúmenes de la IV Convención Geológica Nacional, México.

Guzmán, E. J., y Z. de Cserna, (1963), Tectonic History of Mexico. American Association Petroleum Geologist, Memoria 2: pp. 113-129.

Hanus, V., and J. Venek (1977), Subduction of the Cocos Plate and Deep Active Fracture Zones of Mexico. Geofísica Internacional, UNAM, México. V 17 (1): pp. 14-54.

Hernández-Santana J. R., M. A. Ortiz-Pérez, A. R. Magaz, J. Díaz-Díaz, J. Zamorano, (1994), Estilos Geotectónicos Bidimensionales y Tridimensionales Interbloques; Una Nueva Categoría para la Determinación de Morfoestructuras Montañosas. Boletín del Instituto de Geografía, Investigaciones Geográficas, UNAM, México. No. 28: pp. 9-32.

Hernández-Santana, J. R., M., Ortiz Pérez, y J., Zamorano Orozco, (1995), Regionalización Morfoestructural de la Sierra Madre del Sur, México. Boletín del Instituto de Geografía, Investigaciones Geográficas, UNAM, México. No. 31: pp. 45-68.

Huerta García, M. A., (1988), Dinámica Espacial de la Pesca en el Sistema Lagunar Chacahua- Pastoría, Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, 128 pp.

INEGI, (1985), Cartas de Uso de Suelo y Vegetación, Esc. 1:250, 000 Puerto Escondido (clave D14-3) y Zaachila (clave) E14-12, México.

INEGI, (1989), Carta Geológica Esc. 1:250,000 Zaachila (claveE14-12), México.

INEGI, (1994) GEMA (Geomodelos de Altimetría del Territorio Nacional). México.

INEGI, (1994a), Carta Geológica Esc. 1:250,000 Puerto Escondido (clave D14-3), México , Segunda Impresión.

INEGI, (1994b), Carta Edafológica Esc. 1:250, 000 Puerto Escondido (clave D14-3), México.

INEGI (1995), Espaciomapas, Esc. 1:250, 000 Puerto Escondido (clave D14-3), Zaachila (clave E14-12), México.

Kilian, J., (1972), Les Inventaries Morphopédologiques, Conceptions-Application au Développement Agricole. L'Agronomie Tropicale, IRAT, France. Vol. 27 (9): pp. 930-938.

Lillesand, T. And R. Kiefer, (1994), Remote Sensing and Image Interpretation. Jhon Wiley & Sons, Inc. USA, 750 pp.

López-Blanco, J., (1994), Evaluaciones Geomorfológicas y de Recursos Naturales Aplicando un Sistema de Información Geográfica (ILWIS), Tesis de Doctorado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, 222 pp.

López-Blanco, J. y M. A.. Arellano (en preparación), Regionalización Ambiental en México. Colección de Temas Selectos de Geografía en México, Instituto de Geografía, UNAM, México.

López-Blanco, J.y L. Villers-Ruiz (1998), Delimitación de Unidades Ambientales Biofísicas Aplicando un Enfoque Geomorfológico y SIG, para el Ordenamiento Territorial de Los Cabos, Baja California Sur, Geografía y Desarrollo, CMG-INEGI, México. No. 16: pp. 85-99.

López Ramos. E., (1983), Geología de México. Tomo III, 3a. edición México. 445 pp.

Lugo Hubp, J., (1989), Diccionario Geomorfológico. Instituto de Geografía, Coordinación de Ciencias, UNAM, México. 337 pp.

Lugo Hubp, J., (1990), El Relieve de La República Mexicana. Revista del Instituto de Geología, UNAM, México. Vol. 9 (1): pp. 82-111.

Lugo Hubp, J., (1991), Elementos de Geomorfología Aplicada, (Metodos Cartográficos), Instituto de Geografía, UNAM, México, 109 pp.

Lugo Hubp, J. y C. Córdova, (1992), Regionalización Geomorfológica de la República Mexicana. Boletín de Investigaciones Geográficas, Instituto de Geografía, UNAM, México, 25: pp. 25-63

Madrigal Uribe, D., (1986), Hábitat Uso de Suelo como Indicadores de la Problemática del Parque Nacional Lagunas de Chacahua. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. 180 p.

Maldonado Koerdell, M., (1970), Perspectivas y Apreciación del Área Oaxaqueña en sus Aspectos Geodésicos, Geofísicos, Geológicos y como Ámbito Humano. Libro Guía de la Excursión México-Oaxaca, Sociedad Geológica Mexicana, México. pp. 33-36.

Martínez de Pisón, E., (1998), Paisaje y Medio Ambiente. Universidad de Valladolid, España. 149 pp.

Meijerink Allard, M. J., (1988), Data Acquisition and Data Capture Through Terrain Mapping Units. ITC Journal, Enschede, The Netherlands. No. 1: pp. 23-44.

Mena, M., M. de la Fuente, D. Morán, J. Espindola, F. Núñez-Cornú y F. Medina, (1995) Anomalías Gravimétricas y Espesor de Corteza en la Región de Oaxaca, México. Geofísica Internacional, UNAM, México. Vol. 34 (1): pp. 79-91.

Mendoza-Cantú, M. E., (1997), Regionalización Geomorfológica y de Paisaje de la Zona Costera entre Guaymas y Agiabampo, Sonora, México. Tesis de Maestría. ITESM, Campus Guaymas, México, 197 pp.

Meschede, M. and W. Frish, (1998), A Plate-Tectonic Model for the Mesozoic and Early Cenozoic History of the Caribbean Plate. Tectonophysics, Elsevier Science, Great Britain. No. 296: pp. 269-291.

Mills, R. A., (1998), Carbonate Detritus and Milonyte Zones in Guerrero, México and Northern Honduras: New Evidence for Detachment of the Chortis Block from Southern Mexico. Journal of South America Earth Sciences, Elsevier Science, Great Britain. Vol. 11 (3): pp. 291-307.

Mooser; F., (1972), The Mexican Volcanic Belt: Structure and Tectonic. Geofísica Internacional, UNAM, México No. 12: pp. 55-77.

Mooser; F. y M. Maldonado-Koerdell, (1961),Tectónica Penecontemporánea a lo Largo de la Costa Mexicana del Océano Pacífico. Geofísica Internacional; UNAM, México No. 1 (1): pp. 1-20.

Muñoz-Jimenez, J., (1995), Geomorfología General. Espacios y Sociedades Serie General No. 4, Editorial Síntesis. Madrid, España. 351 pp.

Ortega Gutierrez, F., T. Anderson, and H. Silver, (1977), Lithologies and Geochronology of the Precambrian Craton of Southern of Mexico, Geologist Society American, No. 9: pp. 1121-122.

Ortega-Gutierrez, F. (1981), Metamorphic Belts of Southern Mexico and their Tectonic Significance. Geofísica Internacional, UNAM, México. Vol. 20 (3): pp.117-202.

Ortíz Pérez, M., Y L Espinoza. 1991 Clasificación Geomorfológica de las Costas de México. Geografía y Desarrollo, CMG-INEGI, México. Vol. II (6): pp. 2-9.

Ortíz Solorio; C. y H. Cuanalao de la Cerda, (1978), Metodología para el Levantamiento Fisiográfico: Un Sistema de Clasificación de Tierras. Rama de suelos, Colegio de Posgraduados; Chapingo México. 76 pp.

Ortiz Solorio; C. y H. Cuanalao de la Cerda, (1978), Metodología para el Levantamiento Fisiográfico: Un Sistema de Clasificación de Tierras. Segunda Edición, Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados; Chapingo México. 86 pp.

Palacio; J. L., J. López Blanco y M. A. Ortiz Pérez, (1991), Evaluación Geomorfológica Estructural a través de Modelos Sombreados y Pares Estereoscópicos generados a partir de Modelos Digitales del Terreno. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, México. No. 23: pp. 89 101.

Palacio, J. L. y L. Luna-González, (1993), Sistemas de Información Geográfica. Introducción al Manejo de ILWIS Versión 1.3 UNAM, México 65 pp.

Panizza, M., (1996), Environmental Geomorphology. Developments in Earth Surface Process 4. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. 267 pp.

Quiñones, G. H., (1987), El Sistema Fisiográfico de la Dirección General de Geografía. Revista de Geografía. INEGI, México. Vol. 1(2): 13-20 pp.

Ramos, M., (1987), La Diversidad Biológica en México, Manuscrito, México.

Rodríguez-Hernández, R., (1999), Cartografía Morfogénica Jerárquica a Tres Escalas del Área del Microbloque "El Colorado" Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras UNAM, México, 136 pp.

Rodríguez Torres, R., (1970), Geología del Área de Acatlán, Estado de Puebla. Libro Guía de la Excursión México-Oaxaca, Sociedad Geológica Mexicana, pp. 51-54 México.

Rzedowski, J., (1986), La Vegetación de México. Editorial Limusa. 432 pp.

Sánchez-Rubio, G., (1972), Las Migmatitas de Puerto Escondido, Oaxaca. II

Convención Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana; Mazatlán, Sinaloa, México. pp. 230-231.

Skidmore, A., (1989), A Comparison of Techniques for Calculating Gradient and Aspect from a Gridded Digital Elevation Model. Int. Journal of Geogr. Inf. Syst., Vol. 3 (4): pp. 323-334.

Sochava, V. B., A. Krauklis and V. Snytko (1975), Toward a Unification of Concepts and Terms Used in Integral Landscape Investigations. Soviet Geography, Review and Translation, New York, USA. Vol. 16 : pp. 616-622.

SPP-INEGI, (1981), Carta Edafológica. Esc. 1: 1 000 000, hoja México.

SPP-INEGI, (1984), Cartas de Efectos Climáticos. Período Mayo-Octubre, Puerto Escondido (clave D14-3) y Zaachila (clave E14-12), Esc. 1: 250, 000. México.

SPP-INEGI, (1984), Cartas de Efectos Climáticos. Período Noviembre-Abril, Puerto Escondido (clave D14-3) y Zaachila (clave E14-12), Esc. 1: 250, 000. México.

Spiridinov, I.A., (1972), Some Theoretical Problems in Geomorphology. Soviet Geography: Review and Translation, New York, USA. Vol. 16 (6): pp. 395-402.

Sumín de Portilla, V., L. Ponce, K. McNally; N. Kochneva and S. Rodríguez López (1977), Morphostructural Analysis of Oaxaca, México, Applied to Seismic Studies. Geofísica Internacional, UNAM, México Vol. 17 (3): pp. 367-378.

Tápia Varela, G., (1999), Geomorfología Morfogenética de la Vertiente Tributaria Oriental del Ex-Lago de Texcoco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, 211 pp.

Thornbury, D.,(1969), Principles of Geomorphology. Departament of Geology, Indiana University. USA., 594 pp.

Toledo, A.,(1995), Riqueza y Pobreza en la Costa de Chiapas y Oaxaca. Centro de Ecología y Desarrollo AC., México. 492 pp.

Tricart, J.,(1965) Principies et Méthodes de la Geomorphologie. Masson, Paris.

Tricart, J., and C. KiwietdeJonge, (1992), Ecogeography and Rural Management. Geosphere- Biosphere Programme. Longman Scientific & Technical. England, 267 pp.

Troll, C., (1950), El Paisaje Geográfico y su Investigación. pp 323-329. En El Pensamiento Geográfico. Estudio Interpretativo y Antología de Textos (de Humboldt a Tendencias Radicales), (Mendoza; J. Editor 1994), Alianza Madrid, España.

Urrutia-Fucugauchi, J., D. Morán Zenteno, E. Cabral, (1987), Paleomagnetism and Tectonics of Mexico. Geofisica Internacional, UNAM, México. Vol. 26 (3): pp 429-458.

USDA, (1995), Guidelines for the Use of Digital Imagery for Vegetation Mapping. Prepared for the Forest Rervice Remote Sensing Steering Committee. Salt Lake City, Utah, USA. 125 pp.

Valdes, C., W. Mooney, S. Singh, R. Meyer, C. Lomnitz, J. Luetgert; C. Helsey, B. Lewis, and M. Mena, (1986), Crustal Structure of Oaxaca, México, from Seismic Refraction Measurements. Bulletin of Seismological Society of America, Vol. 76 (2): pp 547-563.

Van Zuidam, R. and F. Van Ziudam-Cancelado, (1979), Terrain Analysis and

Classification Using Aerial Phtotographs. ITC Books VII-6, Ensechede, The Netherlands, 309 pp.

Van Zuidam, R., (1985/86), Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping. La Hague, Smits publishers, The Netherlands, 442 pp.

Verstappen H. Th., (1977), The Use of Aerial Photigraphs in Gomorphological Mapping., ITCText Book VII-5, Ensechede, The Netherlands, 178 pp.

Verstappen, H. Th. and R. Van Zuidam, (1991), The ITC System of Geomorphologic Survey: A Basis for the Evaluation of Natural Resources and Hazards, ITC Publication Number 10, Ensechede, The Netherlands, 89 pp.

Watkins, J. S., J. C. Moore, T. H. Shipley, K. J. McMillen, S. B. Bachman and N. Lundberg, (1982), Geology and Tectonic Evolution of Juvenile Accretionary Terrane Along a Truncated Convergent Margin: Synthesis of Results from Leg 66 of the Deep Sea Drilling Project, Southern Mexico. Geological Society of America Bulletin, Vol. 93: pp 847-861.

Zavala Cruz, J., (1985), Geomorfología Fluvial del Curso Bajo del Río Verde, Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, 170 pp.

Zinck, A. J., (1988/1989), Phisiography and Soils. Subject Matter: K6. Soil Survey Course. ITC, Ensechede, The Netherlands, 156 pp.

