



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS – POSGRADO EN GEOGRAFÍA

**“CIRCUITO TURÍSTICO CHILPANCINGO – AZUL:
EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DEL PAISAJE”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN GEOGRAFÍA

P R E S E N T A:

JULIO CÉSAR CARBAJAL MONROY

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. JOSÉ RAMÓN HERNÁNDEZ SANTANA**

**CO – DIRECTOR:
DR. MANUEL BOLLO MANENT.**



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, 2008.

D E D I C A T O R I A S Y A G R A D E C I M I E N T O S

En primer lugar, dedico este trabajo a la memoria de mi Padre, ya que sus enseñanzas han servido de base no solo para formarme como persona, sino también para lograr siempre los objetivos que me planteo y enfrentarme a las situaciones que presenta la vida.

Dedico también esta tesis y agradezco profundamente a mi Madre, por ser el complemento y brindarme todo el apoyo necesario para culminar con éxito este objetivo.

A mis hermanos Marco y Ariana, por el apoyo brindado ya que de un modo u otro han influido en la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme permitido formar parte de esta institución a través del programa de posgrado y brindarme distintos apoyos en la realización de este documento.

Un agradecimiento especial al Dr. José Ramón Hernández Santana, por su valiosa dirección durante la realización de este documento, asimismo por el apoyo otorgado y brindarme su amistad.

Al Dr. Luis Miguel Espinosa Rodríguez por sus acertados comentarios a este trabajo, así como por su amistad y auxiliarme en los momentos complicados.

Al Dr. Manuel Bollo por contribuir y asesorarme en aspectos relevantes que permitieron llevar a buen término este documento.

A mis amigos (as):

Dana,, Cristina,, Georgina, Edson, Karla, Yadira, Diana, Miguel Román; porque a pesar del tiempo transcurrido tengo la fortuna de seguir contando con ellos.

Emilio Martínez y familia, por el apoyo recibido durante el trabajo de campo así como las sugerencias hechas a este trabajo.

Álvaro Vega, Marina Rodríguez, Gabriel Parada, Samantha Camacho, Karla Mendoza, Liliana Peñuela, Rafael Aragón, Ana Godoy, Ricardo Martínez; por el apoyo brindado y la oportunidad de compartir nuevas experiencias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁG.
Agradecimientos	
Resumen	
Introducción.....	1
Actualidad científica del tema.....	1
Objetivos.	2
▪ General.	2
▪ Específicos.....	3
Hipótesis de Trabajo.	3
Estructura de la Tesis.	4
Capítulo I.- Marco Teórico – Conceptual y Metodológico.....	5
<i>1.1.- Teoría General de Sistemas.</i>	<i>6</i>
1.1.1.- Conceptos Generales.	6
1.1.2.- Antecedentes y Fundamentos de la Teoría General de Sistemas.	10
1.1.3.- Teoría General de Sistemas y su aplicación en Estudios Geográficos: El Geosistema.	14
<i>1.2.- Paisaje.</i>	<i>23</i>
1.2.1.- La Geografía del Paisaje como parte de la Geografía Física Compleja.	23
1.2.2.- El Paisaje: instrumento de análisis territorial.	26
1.2.3.- La Degradación del Paisaje.	32
<i>1.3.- Marco Metodológico.</i>	<i>36</i>
1.3.1.- Geografía del paisaje.	37
1.3.2.- Evaluación del paisaje.	41
1.3.3.- Análisis cluster.	44
Capítulo II.- Estructura del paisaje en el área de estudio.....	45
<i>II.1.- Localización geográfica.....</i>	<i>46</i>
<i>II.2.- Estructura vertical.</i>	<i>47</i>
II.2.1.- Elementos físico-geográficos.....	47
II.2.1.1.- Constitución geológica.	47
II.2.1.2.- Condiciones geomorfológicas.	54
II.2.1.3.- Características del régimen climático y tipos de clima.	59
II.2.1.4.- Régimen hídrico.	63
II.2.1.5.- Tipos genéticos de suelos.	64

II.2.2.- Elementos bióticos.	68
II.2.2.1.- Cobertura vegetal.	68
II.2.3.- Elementos antrópicos.	74
II.2.3.1.- Uso de suelo: evolución histórica y tendencias.	74
II.3.- Estructura horizontal.	77
II.3.1.- Jerarquía y unidades tipológicas de paisaje.	78
II.3.2.- Cartografía general y paisajes físico-geográficos.	79
Capítulo III.- Degradación del Paisaje.....	100
III.1.- Evaluación del estado actual del paisaje.	101
III.1.1.- Aplicación de indicadores ambientales.....	102
a) De carácter abiótico.....	104
b) De carácter biótico.	110
c) De carácter socioeconómico.....	119
III.2.- Degradación del paisaje.	125
III.2.1.- Análisis clúster.	127
III.2.2.- Tipología de la degradación de los paisajes.	136
III.2.3.- Presiones y causas de la degradación del paisaje.	137
III.3.- Optimización funcional del territorio.	149
III.3.1 Aptitud natural de uso de los paisajes.	149
III.3.2 Propuesta de manejo del territorio.	166
Conclusiones y discusión de resultados.....	172
Recomendaciones.....	175
Bibliografía.....	177
Anexo Digital	

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO	NÚM. TABLA	TÍTULO DE LA TABLA	PÁG.
I	I.1	Concepción de los sistemas y características generales.....	7
	I.2	Componentes para los elementos abióticos y bióticos de la estructura vertical del paisaje.	37
	I.3	Índices diagnósticos del paisaje natural y de sus partes morfológicas (estructura horizontal) (fuente: Vidina, 1970, tomado de Mateo <i>et al.</i> , 1994, modificada por el autor).	39
	I.4	Estructura de la leyenda del mapa de paisajes.....	41
	I.5	Indicadores de evaluación del paisaje.....	42
II	II.1	División en terrenos y subterrenos del Estado de Guerrero (Consejo de Recursos Minerales, 1998).....	49
	II.2	Características de los climas en el área de estudio.	60
	II.3	Tipos de Vegetación y Usos de Suelo en el área del Circuito Turístico Chilpancingo-Azul.	76
	II.4	Índices diagnósticos del paisaje natural y de sus partes morfológicas (estructura horizontal) (fuente: Vidina, 1970, tomado de Mateo <i>et al.</i> , 1994, modificada por el autor).	78
	II.5	Estructura y jerarquía en la leyenda del mapa de paisajes físico-geográficos.	81
III	III.1	Valores de erosión laminar hídrica por unidad de paisaje.	105
	III.2	Valores de densidad de disección por unidad de paisaje.	107
	III.3	Valores de relación de bifurcación por unidad de paisaje.	108
	III.4	Valores de tasa de deforestación por unidad de paisaje.	111
	III.5	Valores de relación cobertura natural/cobertura antrópica por unidad de paisaje.	112
	III.6	Número de parches por unidad de paisaje.	115
	III.7	Densidad de parches por unidad de paisaje.	117
	III.8	Riqueza de parches por unidad de paisaje.	118
	III.9	Valores de cobertura agrícola por unidad de paisaje.	120
	III.10	Valores de distribución espacial de asentamientos por unidad de paisaje.	122
	III.11	Valores de densidad de vías de comunicación por unidad de paisaje.	124

CAPÍTULO	NÚM. TABLA	TÍTULO DE LA TABLA	PÁG.
III	III.12	Matriz obtenida a partir de la aplicación de los indicadores en las unidades de paisaje.	129
	III.13	Matriz ponderada con base en los indicadores en las unidades de paisaje.	131
	III.14	Agrupación de unidades de paisaje con base en el análisis clúster.	133
	III.15	Resultados de la aplicación del índice por unidad de paisaje y promedio por grupo.	134
	III.16	Categorías de degradación asignada a cada grupo de unidades de paisaje.	135
	III.17	Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación muy baja, en base a los indicadores aplicados.	138
	III.18	Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación baja, en base a los indicadores aplicados.	139
	III.19	Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación media, en base a los indicadores aplicados.	141
	III.20	Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación alta, en base a los indicadores aplicados.	142
	III.21	Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación muy alta, en base a los indicadores aplicados.	144
	III.22	Presiones y causas principales que generan degradación en el paisaje.	147
	III.23	Definiciones de usos del suelo o actividades económicas más importantes del área de estudio, para el análisis de aptitud natural de uso del territorio.	150
	III.24	Aptitud para la actividad agrícola por unidad de paisaje.	155
	III.25	Aptitud para la actividad pecuaria (ganadería extensiva) por unidad de paisaje.	160
	III.26	Aptitud para la extracción forestal por unidad de paisaje.	162
	III.27	Aptitud para la conservación por unidad de paisaje.	165
III.28	Matriz de compatibilidad de uso y propuesta de manejo del territorio.	168	

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO	NÚM. FIGURA	TÍTULO DE LA FIGURA	PÁG.
I	I.1	Esquema metodológico.....	36
II	II.1	Subdivisión en Terrenos en el Sur de México (Consejo de Recursos Minerales, 1998).	48
	II.2	Plegamiento en rocas de la formación Morelos.	50
	II.3	Areniscas y lutitas del grupo Tecocoyunca.	51
	II.4	Formación Chilpancingo constituyendo el piedemonte de los pliegues (señalado con la línea anaranjada).	53
	II.5	Conglomerados de rocas calizas y volcánicas de la Formación Chilpancingo.	53
	II.6	Montañas medias constituidas por rocas sedimentarias carbonatadas.	55
	II.7		
	II.8	Desarrollo de morfología exokárstica (dolinas).	55
	II.9		
	II.10	Uvala con procesos de sedimentación.	56
	II.11	Desarrollo de morfología endokárstica (grutas de Juxtlahuaca).	56
	II.12	Tipo de relieve de montañas bajas (primer plano).	57
	II.13	Núcleos de roca con mayor resistencia a la disolución (mogotes).	57
	II.14	Lomeríos intramontanos generados por erosión diferencial...	57
	II.15	Planicie fluvio – acumulativa, rellenando el relieve negativo (señalada con la línea anaranjada).	59
	II.16	Gráfica termopluviométrica con datos extraídos de la estación no. 12-015, Coordenadas: Latitud 17°24', Longitud 99°10'.....	62
	II.17	Gráfica termopluviométrica con datos extraídos de la estación no. 12-023, Coordenadas: Latitud 17°33', Longitud 99°30'.....	62
	II.18	Cauce del Río Azul a su paso por el Balneario Santa Fe.....	63
	II.19	Aspecto de la selva baja caducifolia en época de lluvias.....	69
	II.20	Vegetación de bosque de encino.	70
	II.21	Bosque de pino distribuido en las zonas altas del área de estudio.	71
	II.22	Vegetación tipo palmar.	73

CAPÍTULO	NÚM. FIGURA	TÍTULO DE LA FIGURA	PÁG.
II	II.23	Actividad agrícola sustituyendo la vegetación natural.....	74
	II.24	Ganadería de tipo extensivo y efectos en el paisaje.....	75
	II.25:	Expansión descontrolada y sin planeación de la Ciudad de Chilpancingo.	76
	II.26:	Cimas correspondientes a la comarca A1.	82
	II.27	Subcomarcas cimas y pendientes de la comarca A4.	84
	II.28		
	II.29	Subcomarcas cimas y pendientes de la comarca A5.	85
	II.30	Vista de los valles en “V” en la comarca A5.	86
	II.31	Vista de las cimas y pendientes de la Comarca A8.	87
	II.32	Sustitución de vegetación natural para el establecimiento de otros usos de suelo.	88
	II.33		
	II.34	Subcomarcas cimas y pendientes de la unidad de paisaje B1.	90
	II.35	Comarca B6 coronando la unidad de paisaje B1.	91
	II.36	En segundo plano, cimas y pendientes de la Comarca B2. ..	91
	II.37	Morfología de tipo kárstico en la Comarca B8.	93
	II.38	Cimas y pendientes de las Comarcas B9 (izquierda) y B10 (derecha).	94
	II.39		
	II.40	Uso agrícola en la Comarca B11.	95
	II.41	Planos de inundación del Río Azul.	96
	II.42	Vista de la Ciudad de Chilpancingo, asentada sobre la Comarca C2.	97
II.43	Poblado de Colotlipa, establecido en la Comarca C4.	98	
III	III.1	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de erosión laminar hídrica.	105
	III.2	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de densidad de disección.	107
	III.3	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de relación de bifurcación.	109
	III.4	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de tasa de deforestación.	111
	III.5	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador relación cobertura natural/cobertura antrópica.	113
	III.6	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de número de parches.	116
	III.7	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de densidad de parches.	117

CAPÍTULO	NÚM. FIGURA	TÍTULO DE LA FIGURA	PÁG.
III	III.8	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de riqueza de parches.....	118
	III.9	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de cobertura agrícola.....	120
	III.10	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de distribución espacial de asentamientos.....	122
	III.11	Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de densidad de vías de comunicación.....	124
	III.12	Dendrograma y agrupaciones para las unidades de paisaje..	132
	III.13	Clasificación por tipo de degradación de las unidades de paisaje con base en el valor del índice.....	135
	III.14	Continuidad de la vegetación y ausencia de actividades antrópicas (Comarca B2)	138
	III.15	Fragmentación de la vegetación natural producto de la expansión de la frontera agrícola (izquierda Comarca A1, derecha Comarca A4a).....	140
	III.16:		
	III.17	Expansión de la frontera agrícola que modifica la estructura de la unidad del paisaje A7.....	141
	III.18	Procesos de compactación por actividad ganadera (pie de vaca).....	142
	III.19	Fragmentación de ecosistemas y presencia de procesos de erosión laminar, producto de cambios de uso de suelo (foto izquierda Comarca A12b, foto derecha Comarca B12b.....	143
	III.20		
	III.21	Contaminación por desechos sólidos y descargas domiciliarias en el Río Chilapa.....	143
	III.22	Sustitución de vegetación natural por actividad agrícola y establecimiento de asentamientos en la Comarca A5a).....	145
	III.23		
	III.24	Crecimiento desordenado en áreas no aptas (Ciudad de Chilpancingo).....	145
	III.25	Efectos del cambio de uso de suelo (foto a y b formación de pie de vaca en la Comarca B10; la foto c muestra cárcavas en la unidad A5a).....	147
	III.26		
	III.27		
III.28	Distribución espacial de la aptitud para la actividad agrícola por unidad de paisaje.....	155	
III.29	Distribución espacial de la aptitud para la actividad pecuaria por unidad de paisaje.....	160	
III.30	Distribución espacial de la aptitud para la extracción forestal por unidad de paisaje.....	162	
III.31	Distribución espacial de la aptitud para conservación por unidad de paisaje.....	165	

RESUMEN

El paisaje visto desde la Geografía se entiende como una unidad territorial compuesta por elementos bióticos, abióticos y antrópicos que interactúan a través de una serie de relaciones, esta condición otorga al paisaje la cualidad de sistema, caracterizado por ser dinámico y con flujos de materia y energía.

Bajo este enfoque, la presente investigación realiza un análisis integral y sintético de los componentes del paisaje, establece la estructura vertical y horizontal (unidades de paisaje); con la finalidad de identificar y explicar los procesos que determinan el funcionamiento y evolución del territorio estudiado, el cual corresponde al Circuito Turístico Chilpancingo – Azul en la región centro del Estado de Guerrero.

Este circuito tiene como objetivo impulsar el desarrollo económico a través de la promoción y aprovechamiento de sitios con potencial turístico, sin embargo, la falta de un instrumento que regule y planifique las acciones contempladas, ha generado modificaciones en la estructura del paisaje debido a las presiones ejercidas por las actividades antrópicas, lo que desestabiliza al sistema y propicia la pérdida de las cualidades y atributos del paisaje (degradación).

Con base en lo anterior, se lleva a cabo la evaluación de la degradación del paisaje mediante la aplicación de indicadores ambientales. Los datos obtenidos se analizan e interpretan con la técnica estadística multivariada "análisis clúster", que permite construir tipologías y que en este trabajo, se emplea para clasificar las unidades de paisaje de acuerdo al grado de degradación.

Palabras clave: Paisaje, sistema, degradación, análisis clúster.

ABSTRACT

Landscape since Geography's point of view is understood as a territorial unit composed by abiotic, biotic and human elements that interact across relationships, this condition gives landscape a system quality characterized for being dynamic and with flows of matter and energy.

Under this approach, this research realizes an integral and synthetic analysis of landscape's components, establishes vertical and horizontal structure (landscape units); with the purpose of identifying and explaining the processes that determine the functioning and evolution of the studied territory, which is Chilpancingo – Azul tourist circuit at Guerrero State's centre region.

This circuit has the aim of stimulate economic development across the promotion and utilization of places with tourist potential, nevertheless, lack of an instrument that regulates and plans contemplated actions, has generated modifications in the structure of the landscape due to the pressures exercised by economical activities which destabilize the system and cause loss of landscape's qualities and attributes (degradation).

Based in the previous thing, evaluation of landscape degradation is carried out by application of environmental indicators. Obtained data is analyzed and interpreted with multivariate statistical technique "cluster analysis", this technique allows to construct groups. Is used in this work to classify landscape units according to degradation's degree.

Key words: Landscape, system, degradation, cluster analysis.

INTRODUCCIÓN.

El paisaje desde la óptica de la Geografía se entiende como la unidad territorial compuesta por elementos bióticos, abióticos y antrópicos, en donde existen interrelaciones entre estos elementos; asimismo se considera como un sistema, lo que le otorga al paisaje la característica de ser dinámico y con flujo de materia y energía.

Esta propiedad del paisaje permite realizar un análisis integral y sintético, que parte del estudio de cada componente para llegar a identificar y explicar los procesos que determinan el funcionamiento y evolución del territorio estudiado bajo este enfoque.

No obstante, el comportamiento sistémico del paisaje es vulnerable ante las modificaciones realizadas por diversas causas. Uno de estos agentes es la intervención del hombre a través de la implementación de distintas actividades, caracterizadas en muchas ocasiones por carecer de una planeación previa, que evalúe los efectos que puedan tener en los componentes del paisaje y en la estructura, lo que genera la desestabilización del sistema y su paulatina degradación.

La zona de estudio corresponde al Circuito Turístico Chilpancingo - Azul, que tiene como objetivo impulsar el desarrollo económico para la región centro del Estado de Guerrero, a través de la promoción y aprovechamiento de sitios con potencial turístico en función de los atractivos de tipo natural o sociocultural.

Sin embargo, la falta de un proyecto que regule y planifique las acciones contempladas para la creación del circuito turístico, ha propiciado que este proyecto no se realice de manera organizada y sin los resultados que se buscan. Aunado a lo anterior, cabe señalar que el área está sujeta a diferentes usos por parte de los habitantes, los cuales se realizan también sin planeación y generan presiones sobre el paisaje.

Ambas situaciones propician modificaciones en el paisaje, lo que ha desestabilizado al sistema y acelera la degradación, reflejada en procesos de deforestación, cambios de uso de suelo, erosión, contaminación de suelo y agua, por mencionar algunos.

Actualidad científica del tema.

Las investigaciones que retoman la geografía del paisaje como eje rector, encuentran una metodología que permite llevar a cabo un análisis sintético e integral de las características de un territorio en específico. Asimismo, este tipo de trabajos pueden servir de base para la realización de otros estudios (Evaluaciones de Impacto Ambiental, Ordenamientos Ecológicos Territoriales), al aportar la información del funcionamiento actual del paisaje, misma que permite cubrir los objetivos establecidos en el trabajo.

Para el presente trabajo, se realiza la evaluación del paisaje a través de la aplicación de indicadores ambientales con el objetivo de conocer las condiciones actuales de los componentes del paisaje. Este procedimiento permite obtener datos de carácter cuantitativo, los cuales se analizan mediante una técnica estadística denominada Análisis Cluster.

Los resultados de esta técnica establecen la pauta para construir tipologías; en esta investigación se emplea con la finalidad de clasificar las unidades de paisaje de acuerdo al grado de degradación que presentan con base en la interpretación de los datos, complementado con el análisis cualitativo.

Con esta información se busca identificar las actividades que rompen la estabilidad en el sistema y generan procesos de degradación del paisaje.

Objetivos.

General:

- Determinar la degradación del paisaje mediante la evaluación del mismo, a través de la aplicación de indicadores ambientales, en el territorio que corresponde al Circuito Turístico Chilpancingo - Azul, en la Región Centro del Estado de Guerrero.

Específicos.

- Realizar la cartografía, así como una caracterización de la estructura vertical en el área de estudio, para identificar la distribución espacial y los principales procesos resultantes de las interrelaciones entre ellos.
- Obtener la estructura horizontal del paisaje y clasificarla con base en un sistema taxonómico y jerárquico, que a su vez derive en el mapa de paisajes.
- Tipificar las unidades de paisaje de acuerdo al grado de degradación, mediante el uso de la técnica estadística denominada “Análisis Cluster”, aplicada a la matriz resultante de la aplicación de los indicadores ambientales.
- Identificar las relaciones e interacciones entre los elementos físico - geográficos y socioeconómicos - culturales, para determinar cuáles favorecen la degradación del paisaje.
- Establecer las medidas correspondientes para la prevención y mitigación que minimicen la degradación del paisaje, así como una propuesta de manejo del territorio.

Hipótesis de Trabajo.

La acción antrópica, a través de cambios de uso de suelo para establecer actividades económicas, así como la explotación de los recursos naturales, ha generado cambios en la estructura y funcionamiento del paisaje en el territorio que comprende el Circuito Turístico Chilpancingo – Azul. Como resultado de estas modificaciones realizadas en uno o varios de los geocomponentes, se han ocasionado procesos de degradación con diferente magnitud y que están en función de las características de los geocomplejos.

Estructura de la Tesis.

El presente trabajo de investigación denominado “Circuito Turístico Chilpancingo – Azul: Evaluación de la degradación del paisaje”, está compuesto por tres capítulos, además de la introducción, objetivos, hipótesis y un breve resumen.

El capítulo uno corresponde al marco teórico - conceptual y metodológico. Se definen algunos de los principales conceptos establecidos para la geografía del paisaje y la relación de ésta con la Teoría General de Sistemas al emplearla en investigaciones geográficas. Por otro lado, se señalan los materiales y métodos empleados con la finalidad de alcanzar los objetivos establecidos.

Las características de la estructura vertical y horizontal del paisaje se abordan en el segundo capítulo denominado “Estructura del paisaje en el área de estudio”, por lo que comprende la caracterización de cada geocomponente de manera individual (estructura vertical), para posteriormente explicar la forma en que sintetizan y originan la estructura horizontal, clasificada de acuerdo al sistema taxonómico elegido.

Los resultados se concentran en el capítulo tres: “Degradación del paisaje”. Parte de la definición, aplicación y obtención de datos de los indicadores ambientales que originan la matriz a emplear en el análisis clúster; a través de esta técnica estadística se definen las categorías de degradación y se analizan los datos. La última parte de este apartado se enfoca a establecer una propuesta de manejo del territorio con base a la aptitud natural del mismo.

Como complemento al trabajo de tesis, se establecen las conclusiones y discusión de los resultados. Se hace referencia a los objetivos logrados en la investigación y profundiza en el análisis de los datos obtenidos en el tercer capítulo. Por último, se mencionan algunas recomendaciones, la bibliografía utilizada y los anexos.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

I.1. TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

I.1.1. Conceptos Generales

Una parte considerable de los trabajos de investigación que abordan el estudio de la superficie terrestre y de las interrelaciones que en ella se presentan, está dada por la aplicación de la Teoría General de Sistemas. De manera particular, los estudios geográficos, geomorfológicos y paisajísticos, así como todos aquellos que se aplican de la derivación de estas disciplinas, se soportan sobre una base sistémica y holística de la realidad, considerándose la configuración de ésta por unidades ordenadas en una estructura jerárquica (Espinosa, 2001).

Apoyada en su concepción por la “Teoría del Holismo”, enunciada por Smuts, en 1926, la “Teoría General de Sistemas”, fue propuesta en Alemania, por Carl Troll, en 1949; estableciendo que el mundo y sus componentes se encontraban integrados en un todo, donde, el desarrollo teórico de los sistemas responde a la lógica corística desarrollada en Alemania después de la Segunda Guerra Mundial, en la cual se manifiesta la importancia del estudio ecológico del paisaje, fundamentado en la división natural del espacio desarrollado por medio de los métodos de regionalización físico-geográfica.

Dicha teoría se constituye como fundamento metodológico y de aplicación de diferentes estudios que abordan la problemática ambiental; sus conceptos parten de la caracterización del espacio geográfico compuesto por diferentes sistemas, que se encuentran relacionados entre sí, los cuales a su vez se encuentran constituidos por subsistemas subordinados, existiendo el permanente flujo de materia, energía e información.

A continuación, se presenta un cuadro donde se exponen las ideas que sostienen y fundamentan a la Teoría General de Sistemas.

Tabla I.1: Concepción de los sistemas y características generales.

AUTOR	PROPUESTA BÁSICA
Smuts, 1926.	Establece la Teoría del Holismo afirmando que “el todo es más que la suma de sus partes”, y conceptualiza la organización jerárquica de la naturaleza
Troll, 1949.	Establece la Teoría General de Sistemas
Koestler, 1968.	Define al sistema como un complejo organizacional multinivelado, estratificado, y con patrón de ramificaciones, que subdivide los sistemas en subsistemas, los cuales a su vez se ramifican en subsistemas de orden inferior.
Simón, 1969.	Desde el punto de vista de las ciencias sociales, establece que un sistema es concebido como un número de partes que interactúan en una forma no obvia; en los cuales el entero es más que la suma de las partes en sentido pragmático, dadas las propiedades de las partes y las leyes de su interacción.
Charley y Keneddy, 1971.	Definen al sistema como un conjunto estructurado de objetos y/o atributos, donde los objetos designados o variables se encuentran de tal modo relacionados entre sí, que actúan en conjunto como un complejo.
Feibleman, 1971.	Establece la necesidad de conocer de forma cualitativa y cuantitativa las relaciones entre los elementos generadores de una estructura dada; cobrando así vigencia la “Ley de los niveles de integración”
Lazlo, 1972.	Asegura que en épocas antiguas del pensamiento se buscaba ya un enfoque holístico; sin embargo, en la actualidad se busca superar la posición atomista.
Van Gighen, 1981.	Define al sistema como conjunto de elementos animados en los cuales existen procesos de conversión que generan cambios en el estado y arreglo de los componentes.
Mateo, 1984.	Considera al sistema como un conjunto de elementos que integran un espacio determinado y que se encuentran relacionados entre sí en diferentes niveles de integración.
Bertalanfy, 1989.	Establece que el sistema puede ser definido como un complejo de elementos interactuantes que se relacionan entre sí, de acuerdo con tres grandes grupos de variables como lo son el número de elementos constituyentes, las especies involucradas y las relaciones entre los elementos; manifiesta que resulta importante considerarlos en un proceso de evolución, la cual se entiende por una parte como un cambio progresivo de la complejidad.
King, 1990.	Los sistemas generan condiciones de ajuste conocidas como <i>feedback</i> o interacción.
Etter, 1991.	Los sistemas nos permiten entender el espacio en términos de hechos y eventos dentro del contexto de un todo.

De acuerdo con Lazlo (1972), ya se habían presentado durante las etapas tempranas del pensamiento científico ideas integrativas o multiniveladas; sin embargo, a pesar de que se buscaba un enfoque holístico de la realidad, los resultados aún tendían hacia fases descriptivas y, en ocasiones, especulativas.

El mismo autor, establece que en la actualidad se ha tratado de promover el enfoque holístico precediendo superar al enfoque empírico, que se basaba en el estudio de unidades atómicas de un sistema complejo o de un todo, pero fundamentado en el rigor científico y la validación teórico-práctica; esto es, dicho de otra manera, pensar en términos de hechos y eventos, dentro del contexto de un todo (Etter, 1991).

Un sistema desde el punto de vista conceptual, se define como una reunión o conjunto de elementos relacionados; entendiéndose a éstos últimos como los componentes animados o no de los sistemas (Van Gigh, 1981), en los cuales existen procesos de conversión que son capaces de generar cambios en el estado y arreglo de los componentes; y como resultado de esto, existe una salida o liberación de energía y materia.

Por su parte, Mateo (1984) lo considera como un conjunto de elementos que integran un espacio determinado y que se encuentran relacionados entre sí en diferentes niveles de integración; donde se reconoce el comportamiento de los flujos generados dentro de un subsistema, la direccionalidad, influencia y jerarquía dentro de éste; el cual a su vez se encuentra relacionado con otros subsistemas; mientras que Charley y Keneddy (1971) definen al sistema como un conjunto estructurado de objetos y/o atributos, donde los objetos designados o variables se encuentran, de tal modo relacionados entre sí, que actúan en conjunto como un complejo.

El modo de funcionamiento permite identificar tres tipos de sistemas, los aislados, los cerrados y los abiertos; reconociéndose que para la naturaleza sólo existen los de carácter abierto, caracterizándose en ellos el concepto de autorregulación, en el cual se contempla la presencia de algún acontecimiento extraordinario que sea capaz de rebasar el umbral de la estabilización, y con ello, generar nuevas condiciones de ajuste conocidas como *feedback* o interacción (King, 1990).

Este último concepto establece que cuando una variable afecta a una segunda, ésta provoca un cambio en la primera, ya sea de carácter positivo o negativo; esto se explica, estableciendo que cuando el efecto es negativo, el cambio en la segunda variable produce una transformación en la primera, de tal suerte, que ésta tiende a retornar al estado inicial, dando lugar a la autorregulación del sistema por medio de la estabilización dinámica. En el caso contrario, cuando la interacción es de carácter positivo, el cambio de la segunda variable determina que la primera cambie, todavía más, en la dirección de la modificación inicial, conduciendo a la autorregulación de cambio y a un aumento de magnitud, lo que se resume en un proceso de destrucción, cuando el umbral es rebasado (Espinosa, 2001).

Estos conceptos coinciden con la definición propuesta por Bertalanfy (1989), quien establece que el sistema puede ser definido como un complejo de elementos interactuantes que se relacionan entre sí, de acuerdo con tres grandes grupos de variables, como lo son el número de elementos constituyentes, las especies involucradas y las relaciones entre los elementos.

Dichos autores convergen en que cada sistema posee propiedades particulares entre las cuales se circunscriben atributos de calidad y cantidad, propósitos y funciones, que se adquieren cuando se interrelacionan con otros sistemas, metas y objetivos que demarcan el trabajo compatible de los elementos y el propósito operacional de los mismos; por su parte, éste último afirma que cada sistema se compone de una estructura que se vincula con la formación de elementos y desarrollo de flujos y estadios definidos por las propiedades de los elementos constitutivos, los cuales se expresan por medio de tasas de valor y agentes de administración relacionados con la toma de decisiones y acciones (Espinosa, 2001).

La Teoría General de Sistemas se sustenta en las leyes de la Termodinámica y, de manera especial en la segunda, ya que éstas se aplican no sólo en sistemas cerrados; donde en dichos sistemas la entropía aumenta hasta que los procesos tienden a lograr el equilibrio; sin embargo, esta última es un principio de probabilidad cuya tendencia se enfoca hacia el desorden.

La Segunda Ley de la Termodinámica establece que es imposible a una máquina autónoma, no influida por ningún agente externo, transferir el calor de un cuerpo a otro de temperatura mayor, debido a que el calor no puede transferirse de un cuerpo frío a uno cálido; y en caso de que eso ocurriera, se requeriría de un trabajo determinado generado por un agente externo.

En este sentido se introduce el principio de entropía designado por Clausius (*cfr.* Espinosa, 2001), con el cual se afirma que ésta, dentro de un sistema natural, aumenta siempre hasta que se alcanza un estado final, en el cual no puede seguir desarrollándose; lo que se presume como la consideración del estado final del universo donde, la energía disponible disminuye. Así, las tendencias de los procesos naturales es la de alcanzar un estado uniforme de temperatura, composición, presión. Este concepto aplicado significa un estado de absoluta uniformidad en el universo, y en el que cesarían todos los procesos físicos, químicos y bióticos.

En contraposición Drischel (1968, *cfr.* Bertalanfy, 1989), afirma que la equifinalidad guarda una posición antípoda con las leyes de la Física, sin embargo, puede demostrarse que los sistemas abiertos, en tanto alcanzan un estadio de equilibrio, también exhiben este tipo de procesos, siendo la tendencia general de los acontecimientos de la naturaleza encaminarse hacia estados de desorden y a la igualación de diferencias, a través de las constantes transformaciones y pérdidas de calor.

Sin embargo, se ha establecido que muchos sistemas abiertos (de carácter natural) tienden a lograr una mayor complejidad en cuanto a su organización, a través de procesos evolutivos en los cuales se presenta la transición a un orden superior.

I.1.2. Antecedentes y Fundamentos de la Teoría General de Sistemas.

El axioma holístico de la Teoría General de Sistemas ha sido retomado por Smuts, en 1926, quien refiere los conceptos aristotélicos afirmando que “el todo es más que la suma de sus partes”, y conceptualiza la organización jerárquica de la naturaleza (Naveh y Lieberman, 1993).

Bajo la misma óptica de los autores mencionados, las reglas de la organización jerárquica se aplican a todas las estructuras complejas de carácter estable (o podría mejor decirse en equilibrio dinámico), partiendo desde los niveles subatómicos hasta los de escala infinita.

El término jerarquía fue descrito por Koestler (1968 *cfr.* Etter, 1991), como un sistema organizacional multinivelado, estratificado, y con patrón de ramificaciones, que subdivide los sistemas en subsistemas, los cuales a su vez se ramifican en subsistemas de orden inferior, es decir, una estructura que encapsula subestructuras; o si se plantea desde el punto de vista dinámico, un proceso activado por subprocesos.

El mismo autor concluye, que no existen en realidad ni todos ni partes en sentido absoluto, sino por el contrario, estructuras intermedias semiautónomas que componen niveles de complejidad creciente, las cuales tienen dos caras, la del “todo autónomo” observando hacia sus partes componentes o subsistemas, y la de una parte componente de un nivel superior, enfocándose hacia los niveles más complejos llamados holones, los cuales participan en un rol de interfase o nivel de coordinación entre los niveles inferiores y el superior.

Por su parte, Etter (1991) determina que el axioma holístico se fundamenta en el hecho por el cual las características de la estructura, en un nivel de jerarquía determinado, emergen de las interrelaciones entre los elementos constitutivos, y no sólo de las posibles combinaciones que se pueden presentar entre éstos, como lo presuponen diversos esquemas teóricos. Esto implica que una estructura determinada no es cognoscible, a través del sólo conocimiento de las cualidades de sus partes aisladas, sino que es fundamental conocer los procesos que las relacionan.

De esto depende la necesidad de conocer, de forma cualitativa y cuantitativa, las relaciones entre los elementos generadores de una estructura dada. En este sentido, cobra vigencia la “Ley de los niveles de integración” (Feibleman, 1971), la cual desde el punto de vista ecosistémico, se basa en las premisas siguientes:

- Cada nivel jerárquico organiza el nivel inferior, y genera cualidades emergentes.
- La complejidad de los niveles aumenta hacia “arriba”, en la escala de mayor generalización.
- En cualquier nivel de organización, un nivel superior depende de manera inmediata del nivel inferior.
- Para cualquier nivel jerárquico se cumple que su mecanismo (el cómo) está expresado en el nivel inferior, y su propósito (el porqué) en el superior.
- Entre más complejo sea el nivel, menor será la población de instancias que lo componen (forma de pirámide de generalización).
- No es posible reducir un nivel superior a sus componentes del nivel inferior.

El objeto de cualquier nivel ecosistémico debe estar contenido, en sentido espacial (volumétrico), en un nivel superior. Cada objeto de cierto nivel es una parte estructural-funcional específica del nivel superior (Ley de inclusión espacial).

Lo anterior fue sustentado por Weiss (1962), al demostrar el carácter esencial de invariabilidad de un sistema como unidad, en comparación con la fluctuabilidad de sus constituyentes, donde el todo es considerado como la suma de sus partes, en sentido cualitativo-estructural, más que en el sentido cuantitativo sumativo (Naveh y Lieberman, 1993), teniendo como consecuencia que la información contenida en un sistema de determinado nivel representa mayor complejidad con relación a la suma de la información de sus componentes.

Los elementos básicos de la estructura propuestos por Easton (1956), dejan entrever que un sistema se conforma por subsistemas interconectados entre sí, y cada elemento o subsistema incluye recursos, tales como, material, equipo e información. No obstante, queda claro, que dicho sistema se encuentra rodeado de un ambiente con características físicas, sociales, políticas, económicas y técnicas.

De acuerdo con lo anterior, el concepto de sistema puede sintetizarse en medio ambiente; los objetivos, los recursos, los componentes, las actividades, las medidas de actuación y la administración.

El análisis del medio ambiente incluye el estudio de todos aquellos factores exógenos al sistema, y como se observa, es imprescindible identificar con claridad cuáles son los objetivos, cuidando que éstos queden en forma clara y precisa, esto significa que no sólo se encuentren especificados, sino que sirvan como punto de partida para la acción.

Por su parte, los recursos de éste son todos aquellos elementos materiales económicos y humanos, que pueden conjugarse en su propio provecho. Como componentes del sistema se entiende el desglose racional de todas las actividades que realice, y no la división, así como la definición clara de los objetivos, subobjetivos y actividades básicas que el sistema realiza.

Con referencia a lo establecido anteriormente, algunos autores han tratado de clasificar a los sistemas dentro de un marco de referencia espacial y funcional, destacando aquellos compuestos por elementos bióticos y abióticos; abstractos y concretos; abiertos y cerrados; antrópicos y caóticos; complejos y simples, jerárquicos y de retroalimentación, entre otros.

Esto se traduce en que la Teoría General de Sistemas establece modelos explicativos, ayudando a comprender las relaciones de las estructuras y fenómenos del mundo real, aunque queda claro, que debido a su carácter tienden a ser complejos.

De acuerdo con Bertalanfy (1989) y Van Gigh (1981), en la parte concerniente a la estructura de sistemas, resulta importante considerarlos en un proceso de evolución, la cual se entiende por una parte, como un cambio progresivo de la complejidad, debido a los atributos de los valores que los componen, y por la otra, a la segunda Ley de la Termodinámica. Este punto se traduce como la oportunidad que tienen los elementos para crear estructuras aún más complejas de acuerdo con su “automantenimiento” y capacidad de autorganización en jerarquías de acuerdo con su función. Por ello, es común encontrar que este proceso evolutivo herede una tipología jerárquica; la complejidad del sistema depende, en cierta medida, de la cantidad de información soportada.

Una de las características más destacadas que los sistemas poseen, es sin duda alguna, la capacidad de autorregulación, proceso descrito desde el punto de vista funcional, como un modelo de procesos circulatorios, en los cuales la parte correspondiente a la salida de materia y energía, es remitida al interior del mismo, en forma de información sobre el resultado preliminar de la respuesta a la entrada.

Este modelo es explicado por Bertalanfy (1989), quien refiere que este fenómeno de regulación responde a la retroalimentación, explicada a través de la Teoría General de Sistemas, definiendo los sistemas de control por retroalimentación:

- La regulación se basa en disposiciones preestablecidas (estructuras), éstas tienen naturaleza de mecanismos en contraste con las regulaciones de la naturaleza dinámica, resultantes del libre juego de fuerzas y de la interacción mutua entre componentes, tendiente hacia el equilibrio o estados uniformes.
- Las líneas causales dentro del sistema de retroalimentación, son unidireccionales, provocando que el esquema básico de retroalimentación hace que la causalidad se convierta en un modo circular.
- Los fenómenos típicos de retroalimentación y homeostáticos son “abiertos” con respecto a la información entrante, pero a su vez “cerrados” refiriendo a la materia y a la energía contenida. Los conceptos de la teoría de la información y entropía negativa corresponden a la termodinámica cerrada o termostática, y no a la termodinámica irreversible de los sistemas abiertos. Sin embargo, esta última es propuesta si el sistema es autoorganizado, conformándose hacia niveles de máxima diferenciación (Foerster y Zopf, 1962).

I.1.3. Teoría General de Sistemas y su aplicación en Estudios Geográficos: El Geosistema.

Dentro del contexto de la Geografía y del conocimiento de las unidades territoriales, las relaciones que son de interés se refieren a los procesos en los cuales interviene la geomorfología, la pedología, la ecología, la cultura, la economía y otros, que resultan de y

se reflejan en la absorción, reflexión, asimilación, y transformación de energía, materia e información en el espacio geográfico (Espinosa, 2001).

Este mismo autor señala, que de manera particular y general, la concepción sistémica dentro de la Geografía ha tenido una influencia importante en el desarrollo de trabajos de investigación, entre los cuales sobresalen los geomorfológicos, los de diagnóstico y de evaluación medioambiental. En éstos últimos, la aplicación podría decirse que es más sensitiva, porque el objeto de estudio se enfoca hacia la complejidad del espacio o los complejos territoriales o paisajes. De acuerdo con García y Muñoz (2002), entre los aportes más valiosos que han resultado de la aplicación de la Teoría General de Sistemas en la ciencia geográfica está el desarrollo de formas de representación o “modelos” que se adecuan a los caracteres estructurales y funcionales del territorio. Por otra parte, Cervantes (1993), señala que la metodología de integración y síntesis que permite la diagnosis y prognosis de los complejos geográficos en sus funciones correlativas en el tiempo y en el espacio, y cuya base metodológica se fundamenta en la teoría de sistemas, constituye un apoyo central para optimizar y potenciar los planes de desarrollo y el aprovechamiento de la naturaleza.

Fundándose en ella, los geógrafos retomaron los principios básicos del modelo del ecosistema (Tansley 1935; cfr. García y Muñoz 2002), básicamente entendido como un sistema que engloba a una comunidad de organismos, y el medio físico con el cual interactúa (Scout, 1993; cfr. García y Muñoz 2002), para adaptarlo al campo propio de su área donde los aspectos espaciales de localización y distribución desempeñan un papel fundamental acuñando el concepto de “geosistema” que, con diversos matices, ha servido de fundamento a varias propuestas metodológicas (Bolós, 1992). En todas ellas el geosistema se enfoca como una entidad compleja e integrada por componentes, que hacen la vez de subsistemas independientes, complejos y dinámicos.

De forma tradicional, a la Geografía y su campo de estudio se les ha considerado como descriptiva, que engloba estudios independientes de carácter físico, social y económico; sin embargo, el quehacer de la Geografía no se limita a realizar trabajos enciclopédicos que describen de una u otra forma algunos aspectos que caracterizan a la superficie de la Tierra. Hoy en día, la posición objetiva de la disciplina se ha modificado; la

conceptualización de Ortíz (1988) deja entrever que el rol de la ciencia geográfica tiende a lo espacial e integrativo, determinando que es la Geografía la ciencia de la organización del espacio, entendiéndose, por un lado, como la explicación de la naturaleza misma del espacio terrestre, y por el otro, en el sentido práctico de la aplicación, encaminada a ordenar u organizar el territorio, dicho en otras palabras, a contribuir a la planificación de éste.

De acuerdo con esto, los enfoques de la Geografía han variado en función de las necesidades o requerimientos de estudio a lo largo de la historia; de esta manera encontramos que los grandes tratados enciclopédicos, enmarcados en la descripción de aspectos naturales o humanos, poseen un valor debido a que han ayudado al hombre a conocer y comprender el medio que le rodea.

Sin embargo, como se advierte en la definición anterior, en la actualidad el papel geográfico no se limita a la realización de trabajos monográficos que tratan de describir los hechos y fenómenos geográficos, como lo exponía Paul Vidal de la Blanche a principios del siglo XX; el desarrollo de la ciencia que ha sido paralelo a la satisfacción de las necesidades del hombre, y ha buscado responder a preguntas específicas de investigación, que resuelvan interrogantes acerca del origen, la forma de desarrollo y el por qué de las relaciones que se generan en el espacio geográfico.

Las interrogantes acerca de la organización territorial tratan de explicar diferentes tipos de relaciones que interactúan de manera específica en la superficie terrestre, como es el caso concreto del origen de la distribución espacial (Ortíz, 1988). De acuerdo con esto, en la actualidad a la Geografía se le concibe como una ciencia de integración, una ciencia holística, cuyos enfoques y disciplinas son capaces de responder a las interrogantes planteadas.

Bajo estos criterios, el desarrollo histórico de la disciplina se ha modificado de tal manera, que en la actualidad el conocimiento específico de las relaciones que imperan en un espacio determinado, a partir de los procesos físicos y sociales dominantes, determinan las diferentes líneas que siguen las investigaciones geográficas.

Así, Strahler y Strahler (1984), plantean que la estructura y dinámica de todo aquello que constituye el objeto de estudio de la Geografía Física, se encuentra conformado por dos elementos que podríamos considerar como inseparables: la materia y la energía, regidas por flujos y leyes físicas y químicas, que condicionan la conducta de cada una de las partes constituyentes de la Tierra, por lo que dicha materia y energía, en su conjunto representan la totalidad del mundo real.

Otros autores definen al medio ambiente como objeto de estudio de la Geografía, entendiéndose a éste como el producto de las relaciones sistemáticas dadas entre la naturaleza, la economía y la población, y que su funcionamiento depende de los flujos de materia y energía contenidos dentro del mismo; así, Michal (1984) define la base del mismo funcionamiento, a partir de la dependencia de los cambios generados al interior de los elementos que componen a los sistemas, corroborando las ideas propuestas por Isachenko (1976; *cfr.* González y Arcía, 1984) quien propone que para el estudio de los complejos territoriales naturales, se requiere del estudio de las partes elementales constituyentes de los geosistemas.

Este tipo de observaciones, en diferentes escuelas a nivel mundial, retoman los fundamentos y conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas, los cuales desde la perspectiva del análisis territorial y de los atributos que éste posee, generan la concepción de los “Geosistemas”, es decir, la aplicación del punto de vista holístico en estudios geográficos, que de acuerdo con Antrop (2000), el holismo expresa el concepto de que el entero es más que la suma de sus partes, también significa que cada elemento recibe su significado solo debido a su posición y relación con los elementos circundantes; sin embargo, al cambiar un elemento se cambia al entero de alguna forma. Un concepto utilizado es holon, definido por Naveh y Liebermann (1993). Permite una estructura jerárquica en niveles de estudio del paisaje. Los paisajes deberían ser ordenados en el sentido corológico como en el tipológico, deben ser combinados en diferentes formas, originando diversos patrones espaciales o regiones.

Así, uno de los enfoques integrales más completos que hasta ahora se han desarrollado con mayor frecuencia en trabajos de investigación, cuyos objetivos tratan de responder las expectativas de la ciencia geográfica, corresponde al análisis geosistémico, el cual ha

sido y es objeto de un minucioso estudio, de acuerdo con su capacidad de integración y las opciones ofertadas para resolver problemas de investigación. Dicha óptica trata de explicar algunos tipos de relaciones presentes en el paisaje o en los complejos territoriales, en los cuales destacan las conexiones específicas entre la estructura horizontal y vertical de sus componentes, a los cuales se les ha denominado como elementos formadores o diferenciadores o, atributos del paisaje, como son el clima, el relieve, la geología (D'Luna, 1995).

El geosistema, definido desde 1963 por Sochava, después en 1967 en Gran Bretaña por Stodart en y en Alemania por derNeef, en 1969 (Candeau, 2005); ha sido utilizado como término científico por los especialistas de la ciencia del paisaje y es actualmente, objeto constante de análisis desde la rama general de esta ciencia. Es uno de los modelos de representación más conocidos y ampliamente probados en su eficacia para aprehender el funcionamiento del territorio, la incidencia que ha tenido sobre la forma de entenderlo y estudiarlo ha sido tan grande que actualmente el término es utilizado como sinónimo del objeto real al que representa: el sistema territorial.

El análisis geosistémico muestra cuáles son las relaciones que se presentan en un espacio, de acuerdo con su origen, función y autorregulación, ayudando a entender las leyes que gobiernan el comportamiento de cada una de las partes del todo (Palacio, 1995). Este mismo autor señala que el estudio geosistémico debe tener un carácter integral, lo que permite llegar al entendimiento de las complejas relaciones entre los elementos del medio natural y el hombre, así como su expresión espacial en el territorio, por lo que los estudios geosistémicos permiten reconocer las diferentes relaciones entre los sistemas naturales, no importando la escala en la cual se presentan, ya que se pueden abordar en diferentes territorios, abarcando niveles locales, regionales o bien planetarios, llegando a diferenciar, en cada caso, a todos y cada uno de los componentes ambientales de estos sistemas (Drew, 1983); además de jerarquizar a cada uno de los elementos constitutivos de éstos, identificando su grado de importancia, su direccionalidad y su influencia (Billings, 1970).

De acuerdo con lo anterior, las aplicaciones que se le pueden dar al método geosistémico son diversas, y su carácter de aplicación y operatividad se encuentra en función del

detalle con el cual se realice una investigación. Una de las aplicaciones más inmediatas de este tipo de estudios, se da en el ámbito de la investigación del medio ambiente, esto debido a la condición permisiva de observar cuáles son las complejas relaciones que existen entre los diversos componentes del medio ambiente y sus niveles de integración; con ello, se logra realizar la evaluación de los diferentes tipos de presiones a las cuales el paisaje se encuentra sometido, diferenciando a cada una de ellas, de acuerdo con su jerarquía y funcionamiento; por ejemplo, y de acuerdo con Tricart (1981), existen dos tipos fundamentales de tensiones inherentes a la dinámica del medio ambiente, las cuales debido a su operatividad se clasifican bajo dos líneas específicas: las estáticas y las dinámicas.

Candean (2005) señala que para alcanzar los objetivos de las investigaciones geográficas del medio ambiente basados en los geosistemas, consiste en el conocimiento de los siguientes aspectos:

- a) Condiciones y procesos naturales bajo la influencia antrópica (estabilidad, balance energía - sustancia, resistencia y naturalidad).
- b) Nivel de adaptabilidad del conjunto de propiedades ecológicas del paisaje, debido a las demandas de las actividades socioeconómicas que en él se desarrollan.
- c) Resultados negativos (impactos) que han provocado las actividades socioeconómicas y a la vez, su repercusión (consecuencias) en la economía y en la población.
- d) Actividades socioeconómicas que tienen los mejores supuestos funcionales para el área, de acuerdo con las características ecológicas.

La tendencia del uso de la teoría sistémica y por ende, del término geosistema en las investigaciones geográficas del medio ambiente se manifiesta, cada vez más, en el estudio de los elementos más heterogéneos en complejidad y composición de organización. Los geosistemas, según el enfoque medioambiental, dependen fundamentalmente de dos factores: la variabilidad de los distintos tipos de uso del territorio y de los límites espaciales que representan el área total que abarca la función del territorio, de acuerdo con los requerimientos que plantea dicha función, atendiendo a las condiciones naturales. Los geosistemas, desde el punto de vista geográfico, son las unidades que constituyen tipos permanentes de medio ambiente. Desde el punto de vista

del medio ambiente son las premisas espaciales y el marco espacial de la ocurrencia de afectaciones del medio ambiente y para tomar las medidas de corrección, conservación y protección requeridas (Arcia, 1994).

Por tal motivo, los estudios geosistémicos deben tener un carácter flexible, permitiendo relacionar a cada uno de los componentes que integran a un sistema determinado, analizando las estructuras horizontales y verticales, que unen y enlazan a los sistemas y subsistemas; esta situación permite ofrecer ventajas, entre las cuales sobresale el estudio de cada uno de los componentes del paisaje en una estructura horizontal y vertical, permitiendo tomar decisiones concretas y objetivas a fin de utilizar el espacio de una manera más racional, evaluando y planeando el futuro de los recursos que el mismo territorio proporciona; en otras palabras, de acuerdo con (Cervantes, 1979), dicha práctica ofrece conocer la ciencia del paisaje por medio de:

- La estructura y complejidad de los elementos que forman a los sistemas y subsistemas.
- El nivel de integración que existe entre los componentes de éstos y sus relaciones con el exterior.
- La definición de patrones de funcionamiento que rigen a los sistemas.
- La opción a proporcionar soluciones prácticas y apropiadas a problemas que se presentan y alteran la dinámica de éstos.

Ello representa la oportunidad de optimizar el territorio por medio del estudio de los complejos geográficos, jerarquizando el espacio de acuerdo con sus atributos, partiendo desde los niveles más elementales de relación hasta la complejidad misma del funcionamiento interno y externo de los sistemas constitutivos del medio ambiente, como es el caso de las funciones específicas de emisión, transición y recepción de materia y energía, descritas por González (1981).

Los resultados de cada uno de los niveles de análisis propuestos bajo este enfoque, al precisar los conceptos y métodos de estudio, se constituyen como fundamento para el conocimiento integral del espacio geográfico, además de ayudar a identificar problemas específicos, así como las posibles vías o alternativas de solución a éstos.

Como se observa, se han citado algunos representantes de diferentes países con enfoques filosóficos que, en ocasiones, son discrepantes; en el listado anterior se citan conforme aparecen trabajos emanados de la ex - Unión Soviética, Estados Unidos de América, Inglaterra, Alemania, Francia, España, Colombia, Cuba y México; todos ellos con objetivos y perspectivas quizá diferentes, pero con un común denominador: el enfoque geosistémico.

A nivel mundial estos conceptos se han propagado y generalizado, de acuerdo con la filosofía y las necesidades de aplicación que el hombre ha tenido en cada lugar del planeta, matizándose bajo diferentes puntos de vista, en función de su carácter operativo en un espacio determinado.

Es importante reconocer que el análisis del espacio geográfico por medio de sistemas permite, entre otras cosas, definir fronteras e interrelaciones de acuerdo con la naturaleza de los mismos, así como su capacidad de carga y amortiguamiento; además de conocer la función específica de cada una de las partes que constituyen dicho espacio, a través de la identificación de los elementos que componen a un sistema.

Este método no sólo se circunscribe a evaluar o definir situaciones concretas de los sistemas o del medio ambiente, en general, sino que es una herramienta fundamental para la corrección de estas modificaciones por medio de soluciones específicas, como puede ser la creación de infraestructura adecuada para las actividades humanas, la eliminación parcial o total de fuentes de estrés, así como la recomendación de la utilización óptima del territorio desde la perspectiva natural y socioeconómica.

Esto es, ante el reto de afrontar el tercer milenio preservando la Tierra como sustento de la vida de la humanidad, la exigencia de replantear los conceptos y los paradigmas científicos, así como del perfeccionamiento de los mecanismos que regulan las riquezas y los bienes naturales (Salinas *et al.*, 1993).

De acuerdo con los enfoques epistemológicos de cada escuela, la concepción sistémica se ha matizado conforme a los objetivos de la investigación geográfica dominante, y aunque cada una de ellas retoma y se apropia el concepto de geosistema como original,

es visible que éste ha sido utilizado de manera frecuente y, en ocasiones, de forma discreta. Ejemplos de ello, son los trabajos pioneros de Sochava (1967), así como las investigaciones de Tricart (1981), Bolós (1992), Etter (1991), Mateo (1991) y Cervantes (1993), entre otros.

Conforme a ello, los mismos autores establecen que el ordenamiento geocológico se enmarca en el contexto de los instrumentos de la planificación y se dirige a establecer las formas de utilización más racional del espacio y optimizar las interrelaciones entre los sistemas naturales y los sistemas socioeconómicos; en otras palabras, representa la oportunidad hacia la realización del ordenamiento territorial fundamentado en el conocimiento integral de la estructura físico-geográfica del territorio y de las condiciones socioeconómicas predominantes, es decir, que la planeación territorial incluye la utilización racional y científicamente fundamentada de las condiciones y recursos naturales, así como la protección de complejos naturales y la regulación de los procesos naturales y humanos (D'Luna, 1995).

Sin embargo, la visión geosistémica no se limita a explicar sólo las relaciones existentes entre los componentes de los sistemas y su dinámica, en cuanto a la velocidad y ritmo de sus cambios; esto es, que el análisis propuesto hasta este momento se encuentra incompleto, ya que no se ha considerado evaluar, por su parte, las presiones e influencias que el hombre genera en los sistemas. A modo de ejemplo, se puede citar que con el conocimiento íntegro de los componentes de los sistemas y sus relaciones, es posible entonces evaluar problemas de impacto ambiental y pronosticar cuál es el desarrollo de las condiciones ambientales, precisando los cambios, formas, tipos y ritmos de modificación en los paisajes.

Se podría concluir que el enfoque sistémico responde a la necesidad de crear respuestas inmediatas a necesidades específicas, involucrando la toma de decisiones entre una o varias posibles alternativas.

I.2. PAISAJE

I.2.1. La Geografía del Paisaje como parte de la Geografía Física Compleja.

El comienzo de la Geografía Física Compleja está relacionado con los trabajos del creador de la edafología científica, el eminente científico ruso V. V. Dokuchaev (1846-1903). La teoría de los suelos de Dokuchaev fue la base para el desarrollo de las áreas sobre el complejo natural geográfico. Para Dokuchaev, el suelo era el resultado de la interacción entre la roca madre, el relieve, las aguas, el calor y los organismos, es el producto del paisaje, y al mismo tiempo su espejo, el reflejo del complicado sistema de interrelaciones en el complejo natural. Justamente, por ello el estudio del suelo constituyó la vía más directa para la síntesis geográfica (Mateo, 1991).

Este mismo autor señala que la elaboración de los conceptos de envoltura geográfica y de complejo territorial natural constituyeron momentos fundamentales en el desarrollo de la Geografía Física Compleja. La elaboración teórica de este último concepto nos ha enseñado a ver a la envoltura geográfica, no sólo como un complicado sistema, sino como un sistema formado por una multitud de subsistemas: los complejos naturales.

El desarrollo de la concepción filosófico-dialéctica de la naturaleza y de la sociedad desempeñó, además, un papel esencial en las formulaciones teóricas y el establecimiento de la Geografía Física Compleja como disciplina científica, ya que justamente ellas se basan en la idea acerca de la interacción universal e interacción de los fenómenos naturales, lo cual por su esencia es una noción dialéctica - materialista que entra en contradicción total con las concepciones metafísicas. Además, el enfoque de la utilización, modificación y protección compleja y racional de las condiciones y recursos naturales, piedra angular del socialismo científico, se fundamenta en la concepción de la naturaleza como un sistema. Es por ello, que no es casual que la Geografía Física Compleja se haya desarrollado principalmente en la ex - Unión Soviética y en el antiguo campo socialista en su conjunto (Mateo, 1991).

Esta ciencia tiene como objeto de estudio a la envoltura geográfica, la cual es considerada la capa exterior de la Tierra, de composición y estructura más complicada, en

sus límites interactúan, formando parte de ellas, la capa inferior de la atmósfera hasta la estratosfera, la capa cercana a la superficie de la litosfera, abarcando la zona de hipergénesis, la capa de rocas sedimentarias y los cuerpos magmáticos que la penetran, la hidrosfera y la biosfera. De tal manera, la envoltura geográfica es la formación geográfica más grande y complicada del planeta Tierra, la palabra envoltura habla de su disposición en espesor, ya que es un concepto de volumen que indica tres dimensiones.

Cada una de las esferas funcionales o complejas de la envoltura geográfica es estudiada por un grupo de ciencias geográficas. En este caso, cada esfera desempeña el papel de componentes de la estructura geográfica.

El rasgo más característico de la envoltura geográfica es la propiedad de poseer una estructura geográfica definida, de acuerdo con Mateo (1991), el análisis estructural consiste en explicar cómo se combinan los componentes del paisaje para dar lugar a formaciones integrales; y en la organización del sistema, se refiere a aquellas interrelaciones, combinaciones y distribución espacial de los componentes del medio. Esta estructura puede ser vertical u horizontal, las cuales se definen a continuación.

Estructura vertical.

El concepto de estructura vertical surge a partir de la conjunción de las distintas esferas de la Tierra en un sentido vertical y para un punto determinado (Mateo, 1984 y 1991), que son la litosfera, la hidrosfera, la pedosfera, la biosfera, y las distintas capas de la atmósfera, así como un gran número de subdivisiones de las esferas principales. Los límites entre las esferas varían de acuerdo a la posición geográfica.

Para la determinación de la estructura vertical del paisaje, se realiza un análisis de los componentes naturales o geocomponentes del área de estudio. Estos geocomponentes se integran como elementos diferenciadores del paisaje (clima, geología y relieve) y como elementos indicadores (agua, suelos y biota). Los primeros generan grandes diferencias o contrastes en el territorio y condicionan la génesis, la dinámica y los patrones de distribución de los suelos y la biota; por su parte los elementos indicadores son el resultado de la asociación de condiciones climáticas y morfológicas del espacio, y dan

lugar a componentes que son indicadores de los elementos diferenciadores de mayor importancia (D`Luna, 1995).

Estructura horizontal.

En el sentido horizontal, la estructura de la envoltura geográfica se caracteriza por su diferenciación en complejos territoriales naturales de diversos tamaños con una estructura jerárquica definida. Estos complejos naturales son la manifestación de la envoltura geográfica en las diferentes escalas espaciales de la superficie terrestre, se definen como las partes de la superficie terrestre, que se distinguen cualitativamente de las restantes, ponen límites naturales y tienen una definida integridad cualitativa, constituyendo la asociación regular de determinado objeto y fenómeno.

La estructura horizontal o “planar” se refiere básicamente al arreglo espacial y al comportamiento que tienen las distintas unidades de paisaje dentro de un territorio determinado, en sus relaciones recíprocas, en su comportamiento y en las formas de sus límites o geocotonos (D`Luna, 1995).

Constituyen una asociación regular de componentes geográficos, que se encuentran en una interacción compleja y que originan un sistema indivisible de diversos niveles, que se imponen desde la envoltura geográfica como el complejo más grande hasta el geocomplejo elemental (la facie). El complejo territorial natural está formado, de una parte de la corteza terrestre con su relieve, la capa de la atmósfera cercana de la tierra, las aguas superficiales y subterráneas, los suelos, las comunidades vegetales y animales (Mateo, 1991).

Es así que, la Geografía Física a través de Geografía Física Compleja es la encargada de estudiar, no sólo los componentes de la estructura vertical, sino también los sistemas horizontales, que forman la estructura horizontal de la envoltura geográfica y que constituyen la interacción dialéctica de las diversas geosferas.

De manera, que podemos llegar a la conclusión parcial, que el objeto de estudio de las ciencias físico-geográficas es la envoltura geográfica; sus componentes son objeto de las ciencias físico-geográficas parciales o disciplinas físico-geográficas; y los complejos

territoriales naturales o paisajes, son el objeto de estudio de las ciencias físico-geográficas complejas, los cuales son analizados, tanto como partes de la envoltura geográfica, así como formaciones integrales independientes.

I.2.2. El Paisaje: instrumento de Análisis Territorial.

La Geografía de los Paisajes logra la identificación de unidades de orden natural que poseen un comportamiento sistémico, con lo cual contribuye a comprender el funcionamiento de los complejos territoriales locales e incluso de mayor amplitud, para tener un mejor acceso a la correcta administración de los recursos naturales con que cuenta cada uno de ellos.

Los significados que se han dado al término han variado considerablemente a través del tiempo. De acuerdo con Bolós (1992), el término paisaje ha experimentado una evolución a partir del vocablo derivado del latín *pagus* (que significa país), con el sentido de lugar o sector territorial. Así, de él se originan las siguientes formas: *paisaje* (castellano), *paisatge* (catalán), *paisaxe* (gallego), *paisana* (euskera), *paisaje* (francés) y *paessaggio* (italiano). Las lenguas germánicas, por su parte, presentan un claro paralelismo a través de la palabra “*land*”, de la que se derivan *landschaft* (alemán), *landscape* (inglés) y *landschap* (holandés), entre otras.

El concepto de paisaje, propuesto a principios del siglo XX, es utilizado y reformulado de forma distinta por dos grandes corrientes clásicas del pensamiento geográfico: la escuela regional y la escuela ecológica. Los geógrafos que retoman la primera tienden a hacerlo sinónimo de región (o expresión de la región) y a utilizarlo como base para delimitar unidades territoriales, cuya localización y análisis consideran objetivo último de la geografía, mientras que los partidarios de la segunda, se inclinan a identificarlo como “medio” y piensan que su función en la investigación consiste en servir de fundamento desde el cual se aborda el análisis del marco ecológico de las comunidades humanas, lo que es, según ellos, el auténtico tema de la ciencia geográfica.

La vuelta del paisaje taxonómicamente ordenado y redefinido en términos sistémicos, al centro de la investigación geográfica comienza en los años sesenta y se difunde a partir

de 1970. Es así, que ya Bertrand, en 1968 establece que el paisaje es una porción del espacio geográfico, caracterizado por una combinación dinámica e inestable de elementos geográficos físicos, biológicos y antrópicos que, al actuar los unos sobre los otros, hacen de él un conjunto geográfico indisoluble, que evoluciona en bloque, bajo el efecto de las interacciones entre los elementos que lo constituyen y de la dinámica propia de cada uno de los elementos considerados individualmente.

Este mismo autor afirma, que en la geografía actual el paisaje, éste se entiende como una estructura cuya configuración es perceptible a distintas escalas dimensionales, resultante de la combinación dinámica y variable de elementos físicos, bióticos y antrópicos en el tiempo, que interactúan sistemáticamente.

Sin embargo, la acepción de paisaje cargada de interpretación estética, es la más considerada actualmente, no sólo por muchos de los especialistas del paisaje (arquitectos, ingenieros, ecólogos), sino también por la mayoría de las personas, hecho que dificulta explotar al máximo su utilidad como elemento de análisis espacial.

Al respecto conviene señalar, que existe una diferenciación establecida por los especialistas, según la cual, la imagen ofrecida por el terreno, resultado de la combinación de elementos físicos, ha de considerarse como paisaje visual o estético, objeto de estudio de la arquitectura del paisaje, mientras que por otra parte, de acuerdo con Parent *et al.* (1993), las unidades espaciales delimitadas más estrechamente con la organización fisiográfica, propia del medio natural, constituyen el paisaje concreto.

El paisaje es un concepto extremadamente complejo usado de diferentes formas. Su naturaleza holística ha sido reconocida en muchos estudios geográficos y de ecología del paisaje (Troll, 1950; Naveh and Liebermann, 1993; Antrop, 1997).

En este sentido, el paisaje se considera como un sistema territorial integrado por componentes naturales abióticos, bióticos y de complejos o unidades de diferente nivel o rango taxonómico, formados bajo la influencia de los procesos naturales y de la actividad modificadora de la sociedad humana, que se encuentra en permanente interacción y que se desarrolla históricamente (Mateo y Bolio, 1987; en D'Luna, 1995). Se considera como

holístico, relativo y dinámico, el término paisaje es usado como un concepto abstracto, pero también para referirse a un ejemplo particular de la realidad. Como concepto abstracto, el paisaje no tiene límites y se refiere a conceptos, tales como escenario, sistema y estructura. En un uso concreto, diferentes paisajes se distinguen cuando se refieren a una porción del espacio definida y delimitada (Antrop, 2000).

En forma más concreta, “el paisaje es el conjunto de los elementos esencialmente estables y permanentes del medio natural donde se producen los mecanismos del ecosistema” (UNESCO, 1971; en Parent, *op. cit.*).

Así, el paisaje, como resultado de las interacciones de componentes y elementos naturales, es decir como una formación natural posee, según Mateo (1991), al menos tres tipos de acepciones:

- a) El paisaje como concepto de género de cualquier rango, usándose como sinónimos los términos de complejo territorial o geocomplejo.
- b) La interpretación regional, que concibe al paisaje como una de las unidades taxonómicas (generalmente la región), de la regionalización físico-geográfica.
- c) La interpretación tipológica, que concibe como un territorio con rasgos comunes que se distinguen por la semejanza.

A su vez, desde este punto de vista, el paisaje se divide, según Mateo (1984), en tres grandes niveles de acuerdo con su complejidad y dimensiones: los niveles planetario, regional y local.

1. En el nivel mundial, se parte de las condiciones generales de acuerdo con las fajas climáticas de la Tierra.
2. El nivel regional se considera tomando en cuenta las diferencias altitudinales y las condiciones geomorfológicas.
3. El nivel local se distingue a escalas semidetalladas y detalladas, considerando parámetros específicos del relieve, mesoclima, suelo y uso del suelo; éste tiene dos variantes, una de regionalización, con unidades irrepitibles, y otra tipológica, que considera la posibilidad de unidades repetibles en un espacio.

Este tipo de análisis considera teóricamente, que los procesos naturales fundamentales mantienen una operación espacio - temporal continua en un conjunto de componentes encadenados y no una de elementos aislados; por ello, el conocimiento de la operación interna de un sistema natural y la base para su análisis integral, ya que permite la formulación de modelos apropiados para definir la complejidad de los medios naturales (Cervantes, 1993).

Diferentes tipos de paisajes son reconocidos en un sentido tipológico, tan bien como en el corológico. En el sentido tipológico, un tipo de paisaje puede ser definido y puede ocurrir en diferentes lugares; en el corológico, un paisaje (unidad), se refiere a un ejemplo específico de paisaje en un lugar determinado. En muchos casos, las unidades corológicas son únicas, debido a su localización y a la relación y composición única con los paisajes circundantes.

Generalmente, en la realización de estudios a detalle, la utilización de un enfoque tipológico es la más recomendada, ya que al observarse rasgos muy específicos, éstos pueden aislarse como entidades territoriales independientes, permitiendo así mayor precisión, mientras que bajo un enfoque regional tendría que agruparse en unidades de mayor extensión y menor detalle.

Las unidades tipológicas del paisaje se caracterizan por poseer algunos rasgos comunes con unidades contiguas o alejadas, que se repiten espacialmente. Los contornos se encuentran disgregados o no conforman un solo fragmento. A la división del territorio bajo este enfoque se le conoce como tipificación.

Dado que los paisajes se conceptualizan entonces, como sistemas territoriales, es importante no confundir el significado de paisaje con el de geosistema o ecosistema, porque estos términos se reservan para conceptos diferentes. Concretamente, el geosistema se refiere al sistema modelo del paisaje y el ecosistema corresponde al sistema modelo de la parte biótica. De manera particular Bolós (1992), lo define como una abstracción, un modelo teórico del paisaje, en el cual se encuentran todas y cada una de las características propias de cada sistema, el cual representa el nivel más alto de la organización del espacio y se puede tipificar en tres grandes subsistemas:

- a) Subsistema abiótico: comprende los elementos - también subsistemas - no dotados de vida (litología, relieve, agua, aire). Estos contribuyen a definir y estructurar el sistema por ser los más “invariables”. A partir de la interacción de estos elementos del subsistema abiótico con el biótico surgen los suelos como la interfase entre ambos subsistemas y de vital significado para el desarrollo y diversificación del segundo.
- b) Subsistema biótico: constituido por elementos dotados de vida (flora y fauna). Estos elementos vivos constituyen colectores de información y ofrecen una visión muy concreta del estado de funcionamiento del geosistema.
- c) Subsistema antrópico: subsistema organizado por el hombre y constituido por los artefactos necesarios para la vida económica y social.

La conceptualización del paisaje como “aspecto material” del sistema geográfico (Richard, 1975), sustenta el desarrollo de las modernas propuestas metodológicas de análisis integrado, que se caracterizan por tener un entendimiento fisonómico, estructural y enfocar sus análisis desde principios que integran lo ecológico y sistémico, por dar importancia fundamental a la escala espacio - temporal.

La complejidad de los paisajes se debe al número de elementos que participan en él, aumentando si se tiene en cuenta que cada uno de ellos constituye un sistema independiente y complejo; funcional en cuanto a que una serie de subcomponentes intervienen, desde sus niveles de funcionamiento con un rol de mayor o menor significado, tanto para la función del componente al que pertenece como del sistema territorial en general; su contenido incluye una amplia red de actores situados en distintas esferas de participación, donde cada una cumple una función específica.

Asimismo, tiene la capacidad para mantener sus estructuras, es decir que el peso de sus contenidos materiales y energéticos no sufran cambios importantes dentro de ciertos rangos y de que el sistema de relaciones internas y externas que lo dinamizan no presente alteraciones significativas. La base del funcionamiento del paisaje es el balance de los flujos de energía, de materia y de información.

Ello representa la oportunidad de optimizar el territorio por medio del estudio de los complejos geográficos, jerarquizando el espacio de acuerdo con sus atributos, partiendo

desde los niveles más elementales de relación hasta la complejidad misma del funcionamiento interno y externo de los sistemas constitutivos del medio ambiente, como es el caso de las funciones específicas de emisión, transición y recepción de materia y energía, descritas por González (1981).

Los resultados de cada uno de los niveles de análisis propuestos bajo este enfoque, al precisar los conceptos y métodos de estudio, se constituyen como fundamento para el conocimiento integral del espacio geográfico, además de ayudar a identificar problemas específicos, así como las posibles vías o alternativas de solución a éstos.

Una problemática a resolver a través de los estudios de paisaje, es la relacionada con la evaluación de las condiciones ambientales del espacio geográfico, donde el paisaje se emplea como instrumento de análisis territorial y homólogo de medio ambiente. Al respecto, Arcia (1994) y Bucek *et. al.* (1979, 1981, 1983), señalan que el medio ambiente está concebido como un sistema abierto de formación histórica, conformado como producto de las relaciones bilaterales entre la sociedad y la naturaleza, y de las relaciones en la sociedad. El medio es entonces el sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con los que el hombre entra en contacto, modificándolos y usándolos para la satisfacción de sus necesidades y a los que él mismo se adapta.

Desde el análisis geográfico, el objeto de optimización del medio ambiente son los complejos territoriales o paisajes a diferentes niveles, a partir de los geosistemas elementales hasta la esfera geográfica (Isachenko, 1976). Es por ello, que la Geografía como ciencia que se ocupa de las relaciones naturaleza y sociedad en el espacio y en el tiempo, tiene como tarea principal, en lo concerniente al medio ambiente, el estudio integrado del paisaje en unidad con los procesos socioeconómicos que en él se desarrollan, con el fin de lograr una estructura espacial óptima de acuerdo con el potencial de la ecología del paisaje, su delimitación funcional y las posibilidades de su utilización racional en diferentes actividades socioeconómicas, sin que aparezca el deterioro ambiental (Arcia, 1994).

I.2.3. Degradación del Paisaje.

En los momentos actuales, la humanidad se enfrenta, perpleja, a una crisis ambiental sin precedente, que se manifiesta por una parte, en la pérdida y decrecimiento de los recursos naturales, y en la ocurrencia cada vez más frecuente, de desastres que provocan la pérdida de vidas humanas y cuantiosos daños materiales; por otra parte, la crisis ambiental se refleja en el desmedido incremento de procesos naturales perjudiciales con el desarrollo de la actividad productiva y que ponen en peligro los mecanismos que soportan la existencia de la sociedad humana (Mateo y Ortiz, 2001).

No pocos afirman que lo anterior es la expresión externa de una crisis civilizatoria, que adquiere un carácter global (Gore, 1992), siendo la ambiental resultado, no sólo de la acción de los procesos naturales y de las características de los sistemas naturales, sino en particular, del uso que el hombre ha hecho de la naturaleza, entrando en juego los factores relacionados con los propios sistemas sociales, de índole política, económica y social, que obedecen a raíces históricas particulares.

Esta problemática se refleja en los procesos de degradación o deterioro que se generan en el paisaje. De acuerdo con Mateo y Ortiz (2001), este deterioro se integra por tres categorías fundamentales: la degradación socioambiental (ligada al decremento de las condiciones de vida de los seres humanos); la económico ambiental (relacionada con el estado de los recursos naturales como base de la actividad productiva) y la geoambiental o geoecológica, orientada principalmente al espacio físico como materialización de los sistemas naturales.

El análisis sistémico empleado en estudios geográficos relacionados con el deterioro ambiental, retoman al paisaje como elemento de análisis territorial e indicador del estado del medio ambiente, de esta manera, la degradación de los paisajes corresponde a la categoría de la degradación geoecológica. Su análisis, como concepto teórico-metodológico, está dirigido a elaborar las herramientas teóricas y metodológicas, así como los procedimientos que permitan concretizar el carácter, el grado y las tendencias de una de las manifestaciones de la crisis ambiental. Por otra parte, esta concepción deberá aportar fundamentos objetivos para la planificación y la gestión ambiental.

Existen algunos intentos para conceptualizar la degradación geoecológica, como por ejemplo, J. Tricart y C. Kiewet (1992), se han centrado en ello para descubrir los mecanismos de ocurrencia de la degradación o lo que denominan ambiente físico o ecológico. Otros autores han utilizado la noción de estado funcional, que presta atención al balance de los flujos de energía, materia e información, base del funcionamiento del paisaje (Marinov, 1979; Widacki, 1986).

Otra forma de abordar la degradación geoecológica se basó en el criterio de peligrosidad ecológica (Runova *et al.*, 1994), mismo que consideró principalmente a los factores de peligro que contribuyen, provocan y crean amenazas a la agudización de la situación ambiental a nivel global, regional y local. Sdasiuk y Shestakov (1994); Kotliakov (*et al.* 1995), proponen abordar la problemática ambiental desde un punto de vista histórico, como resultado del conjunto de los impactos humanos a los factores bióticos y abióticos.

La concepción de estado geoecológico (Gluchko y Emakov, 1988) centra el análisis en la noción de estado, es decir, en la calidad del geosistema en un momento determinado. Al igual que en los casos anteriores, se otorga una atención preferencial a la relación con el hombre, y un predominio hacia la referencia a los sistemas biológicos.

Con los elementos arrojados por las propuestas mencionadas con anterioridad, Mateo y Ortiz (2001), definen la degradación de los paisajes como la pérdida de atributos y propiedades sistémicas que garantizan el cumplimiento de determinadas funciones, incluidas las socioeconómicas, y el potencial, los mecanismos de autorregulación y regeneración, así como la capacidad productiva de los paisajes, por medio de la aparición y/o intensificación de los procesos geoecológicos.

La degradación geoecológica puede concebirse como un atributo sistémico, como la respuesta del grado de eficiencia con que funcione el sistema; es resultado de las complejas interacciones que existen en su interior y de la interrelación con otros sistemas. Se entiende como una propiedad, un rasgo geoecológico del paisaje como sistema. La degradación es la expresión de la organización espacial funcional y temporal del geosistema, sea natural o inducida antropogénicamente. De tal manera, la degradación geoecológica es la expresión estética del carácter de las interrelaciones entre los

sistemas naturales y socioeconómicos, dependencia que adquiere un carácter complejo, y que se produce entre tres componentes básicos de la interacción: los impactos, las respuestas y las propiedades del sistema (Mateo y Ortiz, 2001).

Las relaciones que se presentan entre los elementos que componen al paisaje, generan cambios en la estructura del mismo, que en ocasiones, alteran su funcionalidad como sistema. Estos cambios que se producen y alteran a los componentes se definen como impactos de carácter ambiental.

Estrunch (en Cáncer, 1999) señala que a partir del análisis de los elementos del paisaje se puede diagnosticar el estado del mismo, de esta manera, la detección de los impactos ambientales es un proceso que proviene del reconocimiento de cómo las acciones humanas al superar el umbral de potencial del paisaje, se traduce en la alteración de la estructura del paisaje, es decir, en la modificación del número y peculiaridades de sus elementos constitutivos, y de la dirección, sentido e intensidad de las interacciones de éstos.

De acuerdo con Cáncer (1999), estas alteraciones hechas al paisaje se justifican por el progreso social, el cual exige ciertas prácticas económicas y hábitos sociales que tienden a mejorar los medios y modos de vida de los grupos humanos. Asimismo, señala algunas razones que originan la degradación de los paisajes, entre las más significativas están:

- La creciente presión demográfica, sobre todo en los países del llamado Tercer Mundo, lo que provoca una sobreexplotación de los recursos naturales.
- Los procesos de concentración de la población en las áreas urbanas, la creación de nuevas áreas habitacionales, el abandono de las áreas rurales.
- Construcción de nuevas infraestructuras o rehabilitación de las ya existentes, así como la apertura de nuevos caminos sobre zonas forestales.
- Aprovechamientos agrarios intensivos no planificados.
- La creciente tecnología que permite acceder y tomar los recursos de zonas anteriormente inaccesibles.
- Creación de presas, canales, acueductos; que transforman la red hidrológica.
- Contaminación de agua, suelo y aire por distintas actividades.

- Actividades extractivas de materiales para construcción.
- Empleo de zonas con valor paisajístico para fines recreativos.

Por su parte Antrop (1999), señala que las principales presiones sobre el paisaje corresponden a la creación de nuevos asentamientos, el uso de la tierra para fines productivos, la creación de redes de comunicación e infraestructura y el uso del paisaje para fines recreativos. Estas actividades degradan el paisaje, siendo la fragmentación la consecuencia más común, causada por impactos repentinos como resultado de procesos graduales, lo que afecta la estructura del paisaje.

Estos cambios en la estructura del paisaje se desarrollan de manera gradual, en la que pueden diferenciarse una serie de procesos que no ocurren de forma arbitraria, sino de acuerdo a un orden establecido. Según el origen de las fuentes de energía que los producen, se puede hablar de tres tipos de procesos (Regier, 1993; en García 2002):

- Internos: Como la edafogénesis, la colonización vegetal o la contaminación por tiraderos de basura que ocurren como parte del funcionamiento del interior de cada unidad de paisaje y de la actividad del sistema territorial en conjunto.
- Externos que provocan perturbaciones normales. Son los procesos que al afectarlo le provocan estrés y desajustes. Se consideran normales, porque ocurren con frecuencia o tienen una larga historia de recurrencia.
- Externos que provocan perturbaciones extraordinarias. Inciden eventual o excepcionalmente en el geosistema, ocasionando fuertes desajustes en la estructura y funcionamiento del subsistema receptor o incluso en el conjunto del sistema territorial.

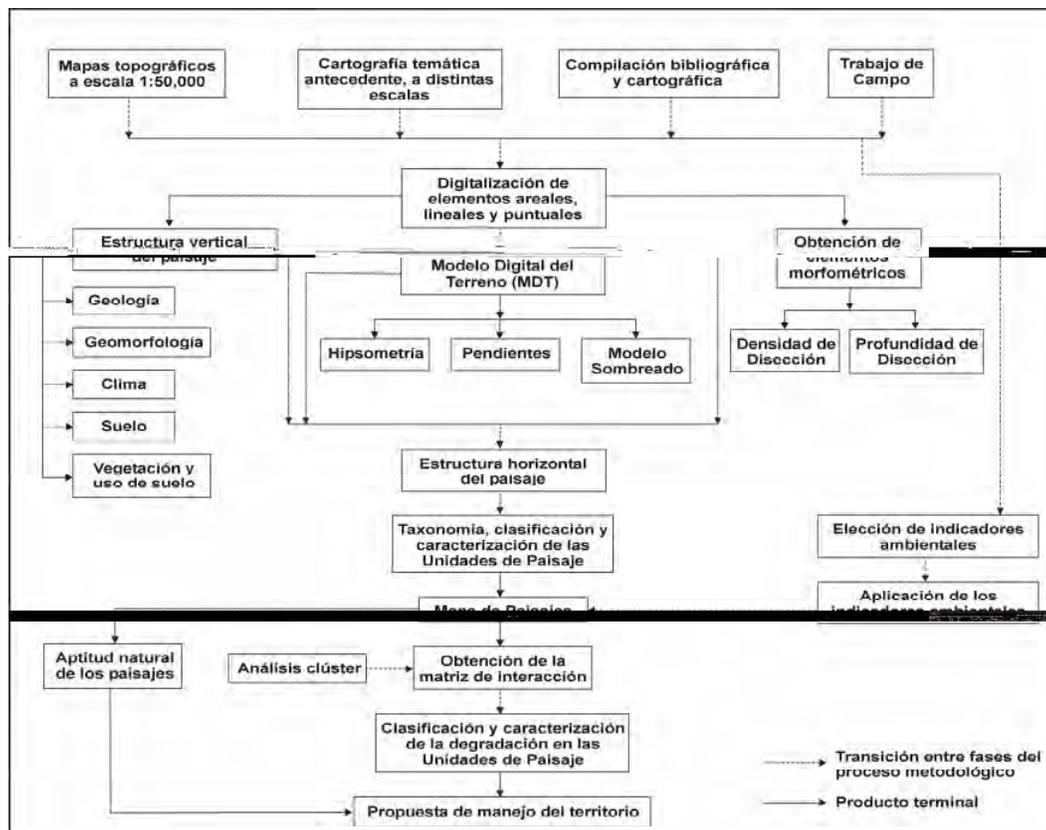
Bajo la acción de los procesos señalados, la aparición y desarrollo de paisajes degradados reflejan fallos en el funcionamiento del sistema, ocasionados por el mal uso que se hace del paisaje, al perder las cualidades y atributos, ya no cumplen con las funciones por lo que son abandonados y se destinan nuevos territorios, al ser manejados de forma similar la degradación será inminente.

1.3. Marco Metodológico.

El elemento considerado para el desarrollo de este trabajo es el paisaje, desde una visión sistémica y geográfica, en donde se caracterizan los subsistemas que lo componen: biótico, abiótico y antrópico, así como las distintas relaciones que se generan entre los mismos.

Por tal motivo la metodología partió de obtener la estructura vertical en al área de estudio, para generar la síntesis de la interrelación entre los subsistemas mediante la conformación de unidades de paisaje o geocomplejos. Una vez definidas estas unidades, se procedió a evaluarlas mediante indicadores ambientales que reflejaran el estado actual de las mismas y a través del proceso estadístico, determinar las categorías de degradación del paisaje. La figura I.1 muestra el proceso metodológico seguido en el trabajo de investigación.

Figura I.1: Esquema metodológico.



1.3.1 Geografía del paisaje.

Se centró en la distinción, caracterización, clasificación y expresión cartográfica de los elementos bióticos, abióticos y antrópicos que componen un espacio territorial determinado, y al establecimiento de sus interacciones para llegar a conformar las unidades de paisaje de diferente orden jerárquico. Para determinar estas unidades se retomó lo que Mateo (1984), denomina como estructura del paisaje. El análisis estructural consiste en explicar cómo se combinan los componentes del paisaje para dar lugar a formaciones integrales en la organización del sistema. A su vez, dentro de la estructura pueden considerarse, tanto la dimensión vertical como la horizontal.

- a) Estructura vertical: Se determina a partir de la conjunción de las distintas esferas de la Tierra en sentido vertical y para un punto determinado (Mateo, 1984). Se refiere a las interrelaciones, combinaciones y distribución espacial de los componentes que conforman la dimensión vertical del paisaje. La siguiente tabla enuncia las variables consideradas en la estructura vertical:

Tabla I.2: Componentes para los elementos abióticos y bióticos de la estructura vertical del paisaje.

VARIABLES DE ESTUDIO				
COMPONENTES		DEPENDIENTE	MATERIALES Y MÉTODOS	PRODUCTOS A OBTENER
VARIABLE GENÉRICA	INDEPENDIENTE	ELEMENTOS		
COMPONENTE ABIÓTICO	GEOLOGÍA	- Edad. - Estratigrafía. - Litología.	Para los componentes físico-geográficos del paisaje y de acuerdo a la metodología para generar las unidades del paisaje (UP), se llevó a cabo la revisión bibliográfica mediante trabajos realizados en la zona de estudio, para cada componente a emplear.	Mapa temático para cada elemento considerado en la estructura vertical, obteniendo la distribución espacial. Esta cartografía sirvió de base para conformar el mapa de paisajes y la respectiva leyenda, con lo que se define la estructura horizontal.
	GEOMORFOLOGÍA	- Morfogénesis. - Morfometría.		
	SUELO	- Pedogénesis. - Clasificación.	Asimismo se consultó la cartografía temática existente en las escalas que se ajustan a la de trabajo y fotointerpretación, obteniendo	Como complemento para la caracterización y clasificación de las unidades de paisaje, se generaron elementos de
	CLIMA	- Temperatura. - Precipitación.		

	HIDROLOGÍA	- Superficial.	la distribución espacial y los límites de cada elemento abiótico. Lo anterior conllevó a construir y caracterizar la parte abiótica y biótica del paisaje.	carácter morfométrico. La red hidrográfica servirá de base para elaborar la profundidad y densidad de disección, por otra parte, el mapa de pendientes se obtendrá a partir del modelo digital de elevación.
COMPONENTE BIÓTICO	VEGETACIÓN	- Caracterización. - Distribución espacial. - Superficie en km ² . - Tipología.	Para estos componentes, se tomaron en cuenta, de manera comparativa, dos periodos: el primero corresponde a la cartografía de INEGI del año 1984, el segundo fue el Inventario Nacional Forestal (2000) más reciente.	
COMPONENTE ANTRÓPICO	USO DE SUELO		Esto fue realizado para identificar los tipos de vegetación y forma de utilización del territorio, además se obtuvieron los cambios en la cobertura vegetal por una extensión de las actividades realizadas en la zona y determinar las tendencias en el uso del suelo.	

b) Estructura horizontal: También es conocida como estructura “planar” y se refiere al arreglo espacial que presentan diferentes unidades del paisaje en un territorio; cada configuración, en particular, da lugar a un determinado tipo de relaciones entre unidades por las diferencias que existen entre sus componentes, de este modo, se constituyen los complicados mosaicos territoriales integrados por geocomplejos, con diverso orden jerárquico.

Para la confección del mapa de paisajes, se utilizó el método deductivo, es decir, se realizó la separación de unidades de lo general a lo particular, se partió de la información geólogo-geomorfológica generada en la caracterización vertical. Las unidades de paisaje se clasificaron a partir de un sistema taxonómico y jerarquizado (Sochava, 1972, 1978; Mateo *et al.*, 1994), el cual consta de las siguientes clases (ver tabla 1.3):

Tabla I.3: Índices diagnósticos del paisaje natural y de sus partes morfológicas (estructura horizontal) (fuente: Vidina, 1970, tomado de Mateo *et al.*, 1994, modificada por el autor).

INDICE DIAGNOSTICO PRINCIPAL: COMPLEJIDAD DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL DEL GEOSISTEMA	UNIDAD MORFOLÓGICA	INDICE DIAGNOSTICO COMPLEMENTARIO: FACTORES NATURALES CONJUGADOS (RELIEVE, CONDICIONES LITOLÓGICAS, HIDROLÓGICAS Y DE OTRO TIPO)
Paisaje elemental.	Facies	Situada en los límites de un mismo elemento del relieve.
Paisaje de estructura de un escalón, formado por facies individuales.	Eslabón	Relacionada con la situación en los límites de una microforma del relieve.
Paisaje de estructura de un escalón, formado por facies individuales.	Sub - comarca	Caracterizado por la situación en un elemento de la mesoforma del relieve.
Paisaje de estructura de dos escalones: formado por facies y subcomarcas.	Comarca	Está relacionada con una mesoforma del relieve.
Paisaje de estructura de muchos escalones: formado por comarcas y subcomarcas.	Localidad	Coincide con un determinado complejo de mesoformas del relieve (positivas y negativas).
Paisaje de una estructura compleja de muchos escalones, compuesto por: localidades, comarcas, subcomarcas y facies que forman asociaciones espaciales características.	Región	Tiene un fundamento geológico homogéneo y de una misma edad en los límites de una estructura geológica local, un mismo tipo de relieve, y un mismo clima.

Las modificaciones a este sistema taxonómico, consistieron en añadir criterios de diferenciación en los geocomponentes para cada nivel taxonómico de acuerdo a la información generada en la estructura vertical en el área de estudio, con la finalidad de arrojar elementos que permitieran una mejor clasificación y definición de la estructura horizontal.

Con los criterios, se establecieron las Localidades a partir de la asociación de mesoformas del relieve y principales peculiaridades geológicas, se revelaron los tipos o asociaciones de suelos dominantes en cada una de ellas, así como el complejo de formas de uso y de vegetación, también dominantes.

En cada Localidad se definieron las Comarcas, a partir de las mesoformas del relieve, composición litológica, se establecieron los suelos y las formas de uso y vegetación dominantes; mientras que las subcomarcas se obtuvieron a partir de la identificación de los morfoelementos del relieve que constituyen o son partes de las mesoformas antes identificadas (cimas, pendientes o laderas, corrientes perennes e intermitentes), en ellos se determinaron las asociaciones y complejos de tipos de suelo, de uso y de vegetación. Bajo este esquema, cada unidad de rango inferior se encuentra subordinada a una de mayor rango

Como complemento a lo anterior, se elaboraron 3 perfiles complejos con la finalidad de definir las Localidades dentro del área de estudio, mediante la información de la estructura vertical (suelos, litología, vegetación). Con este procedimiento se identificaron las unidades de paisajes, sus límites y posteriormente se estableció la leyenda del mapa final. En el procesamiento automatizado se empleó el SIG *ArcView versión 3.2* y *Arc.Gis versión 8.1*.

Obtenido el mapa de paisajes, el cual abarca hasta el cuarto nivel jerárquico (subcomarca), debido a la escala de trabajo (1:250000) y a la escala de representación (1:100000), se estableció una codificación para distinguir las Localidades, Comarcas y Subcomarcas e identificarlas en el mapa. Esta codificación define la estructura la leyenda, explicada en la tabla I.4.

Tabla I.4: Estructura de la leyenda del mapa de paisajes.

A:	Corresponde a la Localidad.
A1 :	Clasificación de la Comarca.
b:	La letra minúscula se refiere a la Subcomarca de cimas aisladas, la presencia de los números consecutivos (b1, b2...bn), indican algún componente que diferencia a las cimas.
PA1:	Subcomarca pendiente.
A1.1:	Indica la tipología de los valles perennes con base en la morfología y anchura, cuando está acompañado de una letra minúscula (A1.1a), expresa que la diferencia es a causa de uno de los geocomponentes.
A1ci	Clasificación de los valles de las corrientes intermitentes.

Con base en la estructura vertical, se generaron y cartografiaron las UP, obteniéndose de esta manera la estructura horizontal; desde posiciones geográficas estas UP son unidades espaciales que constituyen tipos de medio ambiente o tienen iguales condiciones permanentes de medio ambiente (Arcia, 1994).

1.3.2.- Evaluación del paisaje.

El punto de partida fue la realización de una evaluación de las unidades de paisaje a través de la aplicación de indicadores de carácter ambiental, los cuales arrojaron las condiciones en las que se encuentra, tal como lo señala Salinas (en D`Luna, 1995) al establecer que los objetivos fundamentales de la evaluación son informar sobre la calidad de los geocomponentes y de los geocomplejos (paisajes), realizar una comparación entre éstos, ayudar al establecimiento de las políticas de manejo y la toma de decisiones, y proveer una comprensión más amplia del territorio estudiado.

Los indicadores utilizados en la evaluación arrojan datos que pueden encontrarse en forma cualitativa o cuantitativa, los cuales se aplican a cada unidad de paisaje y se genera de esta forma una matriz de interacción, que permite con base en los datos, hacer el análisis del estado que presenta el paisaje y determinar los principales problemas

ambientales propiciados por las actividades de carácter antrópico, que se traducen en la degradación del paisaje.

Los valores obtenidos se clasificaron en rangos establecidos para cada indicador, con base en estos datos se llevó a cabo el análisis de las unidades de paisaje y se conformó la matriz a utilizar.

El siguiente cuadro muestra los indicadores utilizados para la evaluación del paisaje:

Tabla I.5: Indicadores de evaluación del paisaje.

COMPONENTE	ELEMENTOS EVALUADOS	ÍNDICADOR	MOTIVO DE APLICAR EL INDICADOR	PRODUCTOS A OBTENER
ABIÓTICO	Son parámetros asociados a las condiciones abióticas del área de estudio, referidos en las características geomorfológicas y edáficas. Por medio de estos índices se evalúa la vulnerabilidad del paisaje a la degradación, en respuesta de las presiones ejercidas por la actividad antrópica y los procesos naturales.	Erosión laminar.	Determinar con base en las variables del indicador, la potencialidad de las unidades de paisaje (UP) a ser erosionadas, bajo condiciones normales, sin cambios en la estructura.	La aplicación de cada indicador, arrojará valores para las unidades de paisaje. Los resultados se clasificarán en categorías. Estos valores van a conformar una matriz de interacción, la cual se ingresará al software para realizar el análisis clúster. Por otra parte se obtendrán mapas de distribución espacial de cada indicador en la zona de estudio, con base en los rangos establecidos.
		Densidad de disección.	Con base en la red de drenaje, conocer los valores del modelado erosivo de tipo vertical en las UP, por otro lado, la relación de bifurcación señala el comportamiento del sistema de drenaje. La interpretación de los resultados busca establecer si la dinámica se realiza de forma normal o es propiciada por los cambios en el paisaje.	
		Relación de bifurcación.		
BIÓTICO	Arrojan datos sobre la vegetación y la forma en que ha sido alterada, principalmente por efecto del cambio de uso de suelo resultado de las actividades que se desarrollan en el área.	Tasa de deforestación.	Evaluar a partir de dos épocas diferentes, la pérdida de cobertura vegetal por efecto de la tala y extracción.	
		Relación Cobertura Natural/Cobertura Antrópica	Establecer la presión ejercida al interior de las UP, producto del incremento de las actividades antrópicas.	

		Fragmentación (Número, Densidad y Riqueza de parches).	Conocer los efectos de las actividades humanas sobre los ecosistemas, haciendo énfasis en la pérdida de cobertura vegetal.
SOCIOECONÓMICO	Se aplican tomando como base las formas de uso de suelo representadas por las actividades económicas, que propician modificaciones sobre el paisaje e influyen en la degradación del mismo.	Extensión de la Frontera Agrícola.	Corresponde a una de las actividades económicas más importantes de la zona, no obstante, en la mayoría de los casos el desarrollo de esta actividad genera afectaciones al paisaje. Por lo tanto este indicador expresa la superficie ocupada por la agricultura y a su vez, puede generar degradación.
		Distribución Espacial de Asentamientos.	El patrón espacial del establecimiento de los núcleos de población al interior de las UP, así como los procesos sociales resultantes de esa dinámica, contribuyen a modificar el paisaje.
		Densidad de vías de comunicación.	La creación de este tipo de infraestructura genera cambios en las UP, asimismo otro tipo de modificaciones se generan de manera indirecta.

Como complemento a la investigación en gabinete se llevó a cabo trabajo en campo, con el fin de corroborar la información obtenida, esta actividad se centró en validar la estructura vertical en aquellas unidades de paisaje que por sus características eran de fácil acceso. A esta etapa del trabajo de campo correspondió la identificación y distribución espacial de los geocomponentes como la litología, formaciones vegetales, características de los suelos, tipos de relieve y usos de suelo, con el fin de confrontarlos con el mapa elaborado para cada elemento.

Por otra parte, se hizo el reconocimiento de las unidades de paisaje con base en el mapa generado en gabinete. A través de esto, se verificaron las características de la estructura vertical así como ratificar los límites entre éstas.

Otra actividad consistió en obtener a través de una planilla, datos relacionados con los principales procesos que tienen un rol importante en la degradación del paisaje. La identificación de estos procesos de carácter natural o social, contribuyó a elegir los indicadores ambientales que conforman el análisis correspondiente al capítulo tres.

1.3.3.- Análisis cluster.

El análisis clúster es una colección de algoritmos para clasificar objetos tales como países, especies, e individuos (Anderberg, 1973; Massart y Kaufman, 1983 en Nardo, 2005). La clasificación tiene la finalidad de reducir la dimensionalidad de datos explotando las semejanzas y/o diferencias entre los casos.

Este procedimiento se basa en el uso de medidas de distancia, la cual es una valoración del grado de la semejanza o diferencia entre los casos. Una distancia pequeña es equivalente a una semejanza mayor (*ibid*). Este conjunto de técnicas clasifican los objetos o casos en grupos relativamente homogéneos, los objetos en cada grupo tienden a ser similares entre sí (alta homogeneidad interna) y diferente a los del otro grupo (alta heterogeneidad externa), con respecto a algún criterio de selección predeterminado.

Con base en la matriz obtenida de la aplicación de los indicadores a las unidades de paisaje, se procedió a realizar este análisis, el cual a menudo encuentra la mejor solución para los estudios, a través de la definición de grupos homogéneos de objetos, ya sean individuos, firmas empresariales, productos, comportamientos, clasificación de animales, perfiles psiquiátricos, entre otros.

Lo anterior se efectuó con la finalidad de respaldar el análisis cualitativo de los geocomplejos, esta técnica estadística permitió llevar a cabo un tratamiento más detallado de los datos y posibles causas que intervienen en la degradación del paisaje. Aunado al análisis clúster, se aplicó un Índice del Estado de Degradación (se explica en el capítulo III), que permitió definir las categorías de degradación para cada grupo obtenido.

Resultado de este proceso y la evaluación cualitativa del mismo, se obtuvo un mapa del estado de degradación del territorio.

CAPITULO II

ESTRUCTURA DEL PAISAJE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

II.1. Localización geográfica.

El área de estudio corresponde al proyecto denominado “Circuito Turístico Chilpancingo - Azul”, propuesto por la Secretaría de Fomento Turístico del Gobierno del Estado de Guerrero, se encuentra ubicado en la Región Centro del Estado y abarca los municipios de Chilpancingo, Mochitlán, Quechultenango, Chilapa y Tixtla, involucrando así mismo a los de Zitlala y Martín de Cuilapan., con una superficie aproximada de 1,291.79 Km² (mapa 1).

Las coordenadas geográficas que enmarcan la zona son las siguientes:

Latitud máxima: 17° 40' 54”

Latitud mínima: 17° 16' 30”

Longitud máxima: 99° 42' 20”

Longitud mínima: 99° 02' 49”

El Circuito se inicia y termina en la capital del Estado, la que independientemente de ser la sede de los poderes de la Entidad es importante históricamente; a 11 kilómetros al sur de la capital del Estado y sobre la carretera federal que lleva a Acapulco, se encuentra la localidad de Petaquillas con tradiciones prehispánicas y religiosas las cuales tienen lugar el 27 y 28 de agosto. A unos 5 kilómetros de la comunidad anterior, y al término de la cañada descrita, se encuentra Tepechicotlán, poseedora de un fértil valle en el que sus habitantes cultivaban caña de azúcar (procesada en una vieja hacienda de la que aún quedan interesantes vestigios y un gran depósito circular de agua), y que ahora han cambiado por maíz, alfalfa, jícama, cacahuate, papaya y otros.

La cabecera homónima del municipio Mochitlán se encuentra a unos 6 kilómetros, estando poblada de palmeras de cocoteros, de hilamos, toronjas, mangos y otros muchos frutales; y en donde además se tiene un programa para revitalizar sus cultivos tradicionales de toronja y lima reina.

Después de recorrer 18 kilómetros y de pasar las comunidades de Cuatomatlán, San Miguel y San Martín, se llega a la cabecera del municipio con igual nombre de Quechultenango, cuyos habitantes se dedican a la actividad agropecuaria. A este

municipio pertenecen los Manantiales y lugares de recreo del Río Azul que integra el Circuito, así como la comunidad de Colotlipa y las Grutas de Juxtlahuaca.

Nueve kilómetros después de Atzacaloya y después de haber entroncado la carretera que va de Chilapa a Tlapa, llegamos a esta población famosa por concentrar en sus tianguis dominicales las artesanías y los productos agropecuarios que originan y cosechan los indígenas de las comunidades, así como los que exponen comerciantes de lugares más alejados.

Con dirección al poniente y a 34 kilómetros de Chilapa, se encuentra Tixtla, ciudad natal del Gral. Vicente Guerrero, y Don Manuel Altamirano, aquí podemos encontrar en el Palacio Municipal, por ejemplo, murales de alta calidad que ensalzan a estas dos figuras. También posee artesanías y conserva viejas tradiciones.

La delimitación del área de estudio se hizo con base en una cuenca, que enmarca los puntos que comprende el circuito turístico. Asimismo, se consideró tomar como base una cuenca, ya que el presente trabajo está sustentado en la Teoría General de Sistemas, por lo tanto, esta unidad territorial tomada como área de estudio, representa un ejemplo de geosistema.

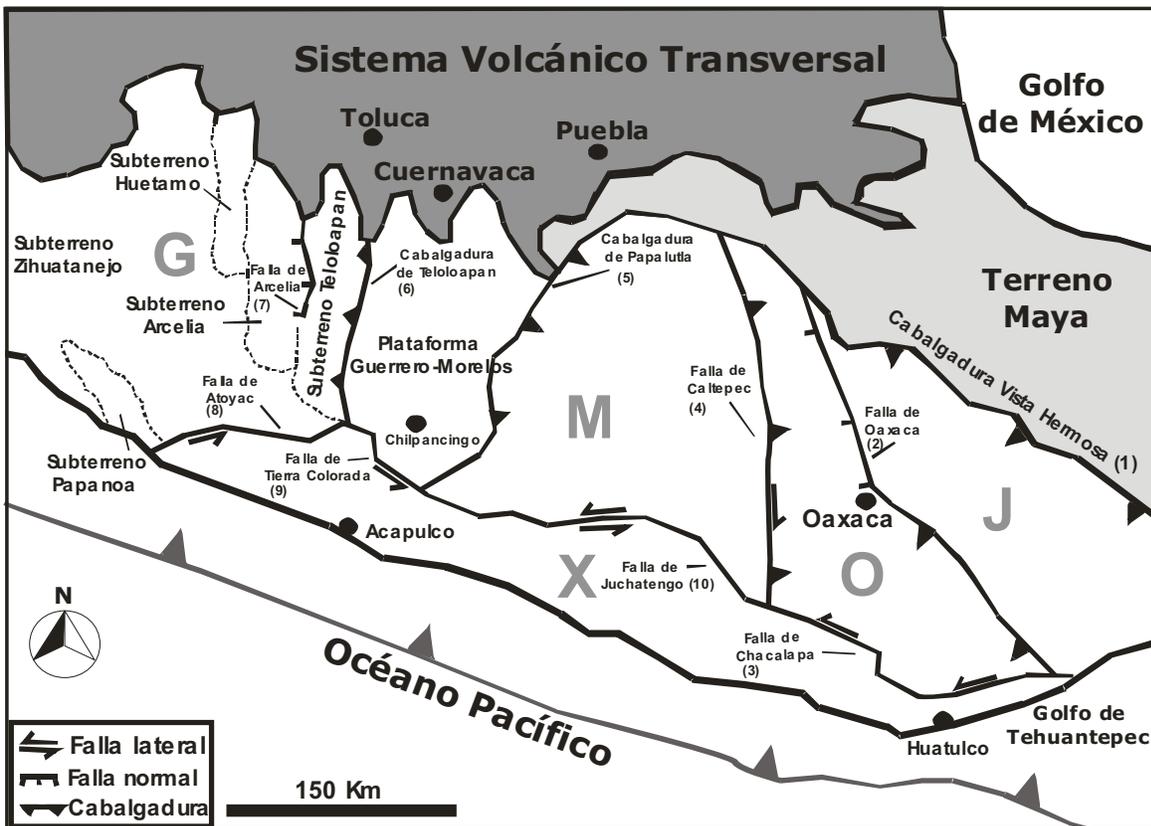
II.2. Estructura vertical.

II.2.1.- Elementos físico-geográficos.

II.2.1.1.- Constitución Geológica.

La geología del Estado de Guerrero se encuentra dividida en diferentes terrenos (fig. 1), con estratigrafías variadas pertenecientes a cuencas de depósito, unidades corticales y oceánicas de tamaño, litología, deformación y edad variables (Consejo de Recursos Minerales, 1998). (Ver mapa 2).

Figura II.1: Subdivisión en Terrenos en el Sur de México
(G: Guerrero; M: Morelos; O: Oaxaca; J: Juárez; X: Xolapa).



Además, como Guerrero está situado en el borde sudoccidental de la placa continental Norteamericana, donde en la región de la fosa de Acapulco, se desarrolla la subducción de placas oceánicas, como la de Cocos, se han formado durante su historia geológica, complejos petrogénicos relacionados con arcos insulares y mares marginales, dando origen a varios tipos de depósitos vulcanosedimentarios y sedimentos marinos y continentales (terrenos Guerrero, Mixteco y Xolapa).

El término “terreno”, se aplica para explicar la yuxtaposición de unidades de la corteza, que son diferentes en litología, deformación y geocronometría de su basamento. La composición en terrenos y subterrenos, además de sus características principales en el Estado de Guerrero, se muestra en la siguiente tabla (Consejo de Recursos Minerales, 1998):

Tabla II.1: División en terrenos y subterrenos del Estado de Guerrero (Consejo de Recursos Minerales, 1998)

UNIDAD	SUBUNIDAD	CARACTERÍSTICAS
TERRENO GUERRERO	Subterreno Teloloapan	Tiene una extensión de 300 km de longitud y 80 km de amplitud. Está constituido por tres conjuntos litológicos: un basamento esquistoso de edad pre-jurásica superior, pero posiblemente mesozoica, un arco volcánico del Jurásico Superior – Cretácico Inferior y una cobertura sedimentaria del Cretácico Inferior – Superior deformada dúctilmente (Salinas Prieto, 1994).
	Subterreno Arcelia	Está expuesto en un cinturón con orientación N – S de 180 km. de largo y 40 km. de ancho, paralelo a los subterrenos Teloloapan y Huetamo. Consiste en dos secuencias tectonomagmáticas diferentes: a) Hacia el oeste, una secuencia de más de 1,500 m de espesor, formada por basaltos almohadillados, brechas y hialoclastitas intrusionadas por numerosos diques doleríticos, micrograbáticos y rocas máfico – ultramáficas. b) Hacia el este, la secuencia Arcelia es una sucesión de cerca de 2,000 m de espesor, que consiste en lavas almohadilladas y diques basálticos.
	Subterreno Huetamo	Es paralelo al Subterreno Arcelia y tiene 150 km de largo, un máximo de 80 Km. de ancho y unos 7 km. de espesor (Talavera – Mendoza <i>et al.</i> , 1993). Es una secuencia esencialmente sedimentaria, ligeramente deformada, que consiste en depósitos vulcanoclásticos, lavas almohadilladas, turbiditas vulcanoclásticas del grano grueso a fino, calizas arrecifales.
	Subterreno Zihuatanejo	Aflora desde Colima hasta Zihuatanejo y consiste en una secuencia formada por dos conjuntos. El inferior es complejo e incluye rocas metamórficas, volcánicas, ultrabásicas y turbiditas. El conjunto superior está formado por una secuencia de andesitas, riolitas e ignimbritas interestratificadas con calizas.
	Subterreno Papanoa	Tiene una extensión aproximada de 60 km de longitud por 10 a 20 km de anchura. Vidal Serratos (1991) divide los componentes de este Subterreno en: a) Una secuencia de rocas ígneas ultrabásicas y básicas. b) Sedimentos tipo flysch metamorizados. c) Rocas vulcanosedimentarias de edad dudosa.
TERRENO MIXTECO		Aflora en la parte nororiental del Estado, teniendo dentro de los confines del Estado 120 km de largo y 130 km de ancho. Es el único de los terrenos guerrerenses al que con seguridad se le conoce basamento, constituido por el Complejo Acatlán, del Paleozoico Inferior, cubierto de forma aislada por sedimentos del Pérmico, más ampliamente por una secuencia del Jurásico y, por último, por una secuencia de calizas del Albiano, mejor desarrollada en lo que constituye la plataforma Guerrero – Morelos (Ramírez – Espinosa, 1982). Los límites de este terreno son: al norte subyace a derrames piroclásticos y coladas de lava de composición basáltica y andesítica del Plio – Cuaternario, pertenecientes al Sistema Volcánico Transmexicano; al oriente, por medio de una falla, con depósitos terrígenos paleozoicos sobre un basamento cristalino del Grenviliano del Terreno Oaxaca, y al sur con un complejo metamórfico – plutónico de gneiss, migmatitas y metagranitos que varían en edad del Jurásico al Terciario, denominado Terreno Xolapa.

<p>TERRENO XOLAPA</p>	<p>Es el mayor, pero el menos conocido de los terrenos en el sur de México. Comprende un área aproximada de 70-100 km de amplitud y se extiende 600 km a lo largo de la costa del Pacífico. Este terreno representa la raíz de un arco del Mesozoico medio al Terciario inferior, caracterizado por paragneiss y migmatitas. Los contactos del terreno Xolapa con los terrenos Guerrero y Mixteco están caracterizados por milonitas con una asociación con fallas normales (Hermann, 1994), producto de la reactivación de otras estructuras (Bolsón, 1997).</p>
---------------------------	---

El proyecto de investigación se localiza en el Terreno Mixteco, el cual ha sido testigo de los diversos eventos tectónicos, que a lo largo de su historia geológica, se han presentado sobre su corteza, lo cual ha constituido una zona compleja para su estudio. Así, el área de trabajo, al encontrarse en dicha unidad geotectónica, presenta variedad de estructuras que corresponden a sistemas de plegamientos y cabalgaduras (fig. II.2), producto de las compresiones laramídicas, que ocurrió desde finales del Cretácico Inferior hasta principios del Terciario. Las estructuras afectadas corresponden principalmente a la Plataforma Guerrero – Morelos (Martínez, 2004).



Figura II.2: Plegamiento en rocas de la formación Morelos.

La Plataforma Guerrero – Morelos: Está representada por más de 800 m de calizas

marinas someras del Cretácico (Albiano – Cenomiano) conocida como Formación Morelos. Fries (1960) la define como una potente sucesión de capas gruesas y masivas de calizas y dolomías, que están expuestas en el sur de México. Sabanero (1990) menciona que esta formación incluye a una secuencia de calizas de estratificación gruesa, masiva e intermedia, dolomitizadas que presentan nódulos de pedernal negro.

Esta unidad litoestratigráfica sobreyace, de manera concordante y transicional, a conglomerados de cuarzo lechoso de estratificación gruesa y limolitas de la Formación Zicapa del Cretácico inferior y al grupo de depósitos continentales y marinos (areniscas, limolitas, lutitas, lodolitas, calizas, margas y conglomerados de tipo “Cualac”) del Jurásico medio, conocido como grupo Tecocoyunca (fig. II.3).



Figura II.3: Areniscas y lutitas del grupo Tecocoyunca.

Subyace de manera discordante a las Formaciones Mexcala del Cretácico, la cual Fries

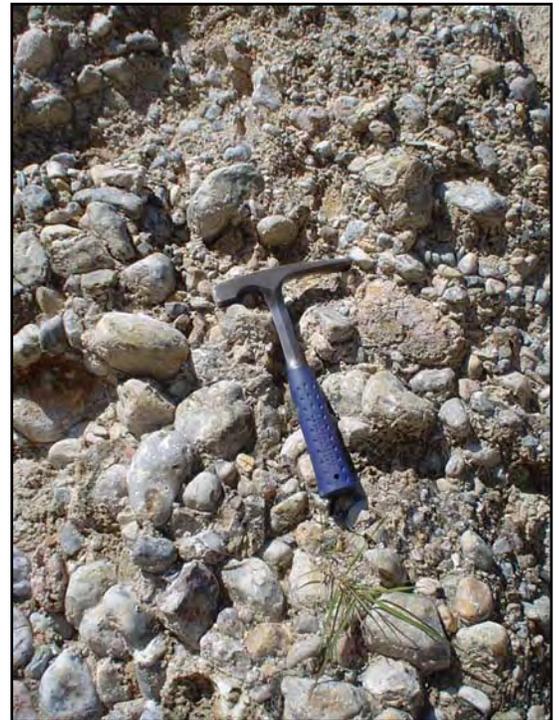
(1960) define como una sucesión de capas interestratificadas de areniscas, limolitas y lutitas calcáreas con escasos lentes de calizas clásticas.

Sobreyaciendo a las unidades terciarias está la Formación Balsas, la cual fue definida por Fries (1960) como conglomerados calcáreos, areniscas, arcosas, limolitas y lodolitas, las cuales contienen intervalos de rocas volcánicas de composición andesítica, dacítica y basáltica. Sabanero (1990) dice que esta unidad está representada por rocas continentales, como conglomerados de fragmentos calcáreos cementados en matriz arenosa o tobácea, los cuales están intercalados con derrames piroclásticos de composición riolítica o andesítica.

Durante el Terciario, producto de procesos de carácter tectónico que afectaron a la cobertura cretácica, se presenta actividad volcánica efusiva, la cual está representada por rocas vulcanoclásticas y algunos derrames piroclásticos de composición andesítica o latítica, los cuales están interestratificados con rocas epiclásticas que conforman la mayor parte de la formación Agua de Obispo (De Cserna, 1965). Sabanero (1990) menciona que entre las poblaciones de Chilpancingo y Tixtla aflora ésta, integrada por conglomerados y areniscas volcánicas de composición intermedia, los cuales están estratificados evidenciando su depósito en condiciones fluviales; Cerca (2004) señala la existencia de brechas volcánicas, lavas, ignimbritas y tobas de composición heterogénea en la parte noreste del área de estudio. De manera aislada, se presentan intrusivos granodioríticos, que suturan las cabalgaduras laramídicas.

Sobre estas unidades, se depositaron materiales de origen continental, que corresponden a la Formación Chilpancingo del Terciario y depósitos aluviales del Cuaternario (1.6 m.a.).

La Formación Chilpancingo sobreyace por discordancia angular a la Formación Morelos, rellenando valles, como los de Chilpancingo y Mochitlán - Quechultenango. Esta formación consiste en una secuencia de margas, areniscas y conglomerados mal clasificados con matriz arcillosa y fragmentos de calizas y de productos volcánicos riolíticos, de coloración ocre a amarillenta, en los cuales se puede observar estratificación cruzada y horizontes delgados de limolitas deleznales (figs. II.4 y II.5).



En el valle de Chilpancingo, De Cserna (1965) considera un espesor aproximado de 200 m, mientras que los abanicos aluviales en el valle de Mochitlán – Quechultenango tienen espesores de 80 m (Sabanero Sosa, 1990); estimándoseles una edad del Mioceno tardío – Plioceno temprano (11.2 – 3.4 m.a.).

Por otra parte, los depósitos provenientes del Cuaternario se hallan relleno de las partes más bajas de los valles de Chilpancingo, Mochitlán, Cocutla, Iguala, Huamuxtitlán y Tixtla. Son en su mayor parte depósitos fluviales, como arenas, gravas, limos y arcillas, aportados por las corrientes, que drenan los valles y, en cantidades minúsculas, precipitaciones químicas por evaporación, asimismo se localizan en el fondo de poljés y dolinas ubicados en Huitziltepec (De Cserna y Ortega, 1980). La constitución geológica y su diferenciación formacional y litológica se presenta en el mapa 2.

II.2.1.1.- Condiciones geomorfológicas.

En el área de estudio, las estructuras de plegamiento laramídico (Cretácico superior - Eoceno inferior), conjuntamente con la neotectónica (Neógeno-Cuaternario), y la actividad volcánica desarrollada durante el Terciario, han determinado la diferenciación morfogénica del relieve. Un papel importante en la conformación endógena del relieve lo desempeñó la etapa de los movimientos tectónicos cretácicos y terciarios de la corteza terrestre; sus ascensos diferenciados en el territorio formaron y consolidaron los escalones morfoestructurales del relieve actual (montañas medias, montañas bajas, lomeríos y los pisos de planicies y depresiones de distinta génesis).

Los complejos litológicos, la disposición de los materiales que los componen y los elementos del clima, juegan un rol importante en el modelado del relieve actual con base en la intensidad de los procesos geomórficos exógenos.

Como primer paso para llegar a la caracterización morfogénica del relieve en el área de estudio, se establecieron las principales categorías y subcategorías del relieve agrupadas de la siguiente forma (mapa 3): montañas medias ($1\ 400 < H \leq 2\ 800$ m), montañas bajas ($800 < H \leq 1\ 400$ m), lomeríos intramontanos ($1\ 500 < H \leq 1\ 700$ m), planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), planicies y depresiones intramontanas medias ($1\ 000 < H \leq 1\ 200$ m), y planicies y depresiones intramontanas bajas ($800 < H \leq 1\ 200$ m).

En el mapa 4, se hace la distinción de los tipos de relieve considerando su morfología, su génesis y su edad. La representación cartográfica y la leyenda correspondiente muestran las categorías y subcategorías del relieve; la diferenciación petromórfica en tres tipos; la intensidad de los movimientos neotectónicos; así como los procesos de carácter exógeno que participan en el modelado del relieve moderno.

El relieve actual es resultado de un predominio de los procesos exógenos sobre los endógenos, la dinámica exógena se presenta de distinta manera en función de la heterogeneidad litológica en el área, lo que genera una variabilidad en las formas del relieve.

El primer escalón definido corresponde a las montañas medias constituidas en su mayoría por rocas sedimentarias carbonatadas (figs. II.6 y II.7).



Figuras II.6 y II.7: Montañas medias constituidas por rocas sedimentarias carbonatadas.

Esta particularidad determina la acción del modelado representado por la acción de procesos erosivos kársticos, que se caracterizan por la disolución de las rocas, misma que aunada a otros factores como el control estructural, la cantidad e intensidad de la precipitación, presencia de vegetación, origina una serie de geoformas características de la morfología exokárstica: simas, dolinas, uvalas, poljés, mogotes, cañones o abras kársticas, microrrelieve kárstico (figs. II.8, II.9, II.10); y endokárstica: sistemas cavernarios, galerías vadosas, grutas (fig. II.11). Por otro lado, la erosión fluvial participa en el modelado, no obstante, no es significativa debido la susceptibilidad de la roca a la disolución.



Figuras II.8 y II.9: Desarrollo de morfología exokárstica (dolinas).



Fig. II.10: Uvala con procesos de sedimentación.



Fig. II.11: Desarrollo de morfología endokárstica (grutas de Juxtlahuaca).

Las superficies esculturales de las montañas medias compuestas por litología diferente (sedimentaria terrígena y volcánica), han sido modeladas por efecto de la denudación y la erosión, sobre todo de carácter hídrico, se observa en el relieve a través de una intensa disección vertical, la cual se amplía en los materiales más antiguos (terrígenos jurásicos) y menos consolidados (piroclastos).

Cabe señalar que los depósitos volcánicos al cubrir los materiales sedimentarios, en ocasiones heredan el control estructural que se refleja principalmente en la red hidrográfica.

Otros procesos que se desarrollan, en menor medida, son los gravitacionales (caída de bloques, de detritos), sobre todo en aquellas zonas que presentan las condiciones de pendientes mayores a 30° y con litología de carácter sedimentario, en donde el buzamiento de los estratos está en dirección de la pendiente.

El relieve correspondiente a las montañas bajas mantiene una dinámica y una evolución similar a las montañas medias en complejos carbonatados, con superficies esculturales producto de procesos erosivos y kársticos (figs. II.12 y II.13). La expresión morfológica en el relieve consiste en la formación de depresiones circulares (dolinas), así como núcleos de roca más resistente a la erosión rodeados de superficies de planación (mogotes). La disección vertical es también poco significativa debido al substrato calcáreo, así mismo,

se observa un marcado control estructural sobre el drenaje, visible en los valles con cursos casi rectos y cambios de dirección.



Figura II.12: Tipo de relieve de montañas bajas (primer plano).



Figura II.13: Núcleos de roca con mayor resistencia a la disolución (mogotes).

Los lomeríos intramontanos son producto de la erosión diferencial (fig. II.14), en donde existe menor resistencia a la erosión. Presentan una expresión erosivo – denudativa por la acción de diferentes agentes, por lo que su evolución está determinada por el substrato litológico.



Figura II.14: Lomeríos intramontanos generados por erosión diferencial.

De esta manera, el modelado kárstico actúa donde predominan las rocas carbonatadas con procesos de disolución y, en menor medida, disección vertical. Por otro lado, en los lomeríos compuestos por materiales terrígenos sedimentarios y volcánicos, la morfología de las superficies esculturales obedece a la erosión fluvial y la consecuente disección vertical.

El último escalón en el área de estudio corresponde a las planicies y depresiones intramontanas con morfogénesis y morfodinámica diferente, como consecuencia de los procesos que originaron y modelan el relieve, así como los substratos en donde se encuentran emplazadas; con base en lo anterior se definen dos tipos.

En primer término, se encuentran aquellas con superficies esculturales denudativas, poseen laderas inclinadas por lo que se favorece la erosión fluvial, el desmembramiento y, en menor medida, la acumulación de sedimentos. Esta dinámica se expresa morfológicamente en superficies onduladas.

La dinámica fluvio – acumulativa y acumulativa originan el segundo tipo de planicies y depresiones. Las de carácter fluvio – acumulativo presentan planos de inundación constituidos por los sedimentos transportados y depositados. La génesis de estas planicies está determinado por la tectónica que afectó la zona, ya que se emplazan en cuencas de graben y sinclinales, por lo que la evolución se debe al “relleno” del relieve negativo (figura II.15).

Como resultado de la disolución kárstica se originaron poljés, controlados estructuralmente y por el contacto litológico; la denudación y el transporte de sedimentos de las estructuras aledañas depositaron los materiales en los poljés. La continua acumulación ha generado superficies planas, modelado fluvial suave y formación de cuerpos de agua.



Figura II.15: Planicie fluvio – acumulativa, rellenando el relieve negativo (señalada con la línea anaranjada).

II.2.1.3.- Características del régimen climático y tipos de clima.

Distintos factores han propiciado la presencia de diversos climas. Uno de ellos se refiere a los diferentes pisos altitudinales en el área de estudio, correspondiendo a ésta la zona intertropical. Sin embargo, el factor relieve y la complejidad en la zona impiden la existencia de grandes áreas con un clima determinado; asimismo, provoca variaciones en la temperatura, los regímenes de precipitación y la insolación.

De acuerdo a la clasificación climática de Köpen, modificada por Enriqueta García (1973), se identifican 3 tipos climáticos en la zona de estudio (ver mapa 5), éstos pertenecen a los grupos de climas A (cálidos) y C (templados); no obstante, las variaciones en los regímenes de precipitación, humedad y temperatura, establecen la variación climática en el área. El siguiente cuadro muestra las características de cada clima, así como su

distribución geográfica.

Tabla II.2: Características de los climas en el área de estudio.

GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	CARACTERÍSTICAS	DISTRIBUCIÓN
A	Climas cálidos	Aw	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío, mayor de 18° C. Precipitación total anual alrededor de 1,300 mm; del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	Tienen su límite inferior marcado generalmente sobre una altitud inferior a los 1000 m.
	Climas semicálidos	A(C)w	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18° C, temperatura del mes más frío, menor de 18° C, temperatura del mes más caliente, mayor de 22° C. Precipitación total anual alrededor de 930 mm; del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	Tienen su límite inferior marcado generalmente por una altitud comprendida entre 1000 y 1500 m. Su límite superior está determinado por el clima templado.
C	Climas templados	C(w)	Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente, debajo de 22° C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	Se encuentran en las partes más altas del área de estudio.

Características de la precipitación y temperatura.

En la regionalización climática realizada por Vidal (2005), la zona de estudio corresponde a la Región 8 Cuenca del Balsas y Valles de Oaxaca. Esta autora señala, que el relieve es el factor que determina la variación en la temperatura y la precipitación. La temperatura se distribuye en pisos térmicos, en función de la altitud, y la precipitación está en función de los efectos de barrera orográfica causados por las elevaciones presentes.

La precipitación en el área se caracteriza por tener su época de lluvias ubicada en la mitad calurosa del año, que abarca del mes de mayo al de octubre, puede ser abundante o escasa, dependiendo del lugar de observación, pero siempre se alterna con un periodo extremadamente seco, ubicado en la mitad fría del año, o sea de noviembre a abril (García, 1973).

La estación húmeda está determinada, en gran medida, por las masas marítimas tropicales y los ciclones que se forman en el verano. Existe además, una sequía de medio verano, es decir, una pequeña temporada húmeda, que se presenta en la mitad caliente y lluviosa del año; la cual se manifiesta como una merma en las cantidades de lluvia en los meses veraniegos.

La temperatura media mensual no tiene variaciones relevantes a lo largo del año, la oscilación térmica anual, por lo tanto es mínima, sobre todo en las zonas con clima cálido. Otra característica es que en la mayor parte del territorio, el máximo de temperatura se presenta antes del solsticio de verano, esto debido a que las temperaturas se moderan después de mayo, debido a la llegada de una cubierta de nubes y al efecto refrescante de la caída de lluvia y de su evaporación (García, 1973).

Las heladas sólo se presentan en las porciones altas de esta zona en los climas templados, con una duración promedio de veinte días por año, entre los meses de diciembre a febrero. Las siguientes gráficas corresponden a los tipos de clima Aw y A (C)w, y muestran la distribución de la temperatura y de la precipitación, con base en datos de estaciones meteorológicas.

Figura II.16: Gráfica termopluviométrica con datos extraídos de la estación no. 12-015, Coordenadas: Latitud 17°24', Longitud 99°10'

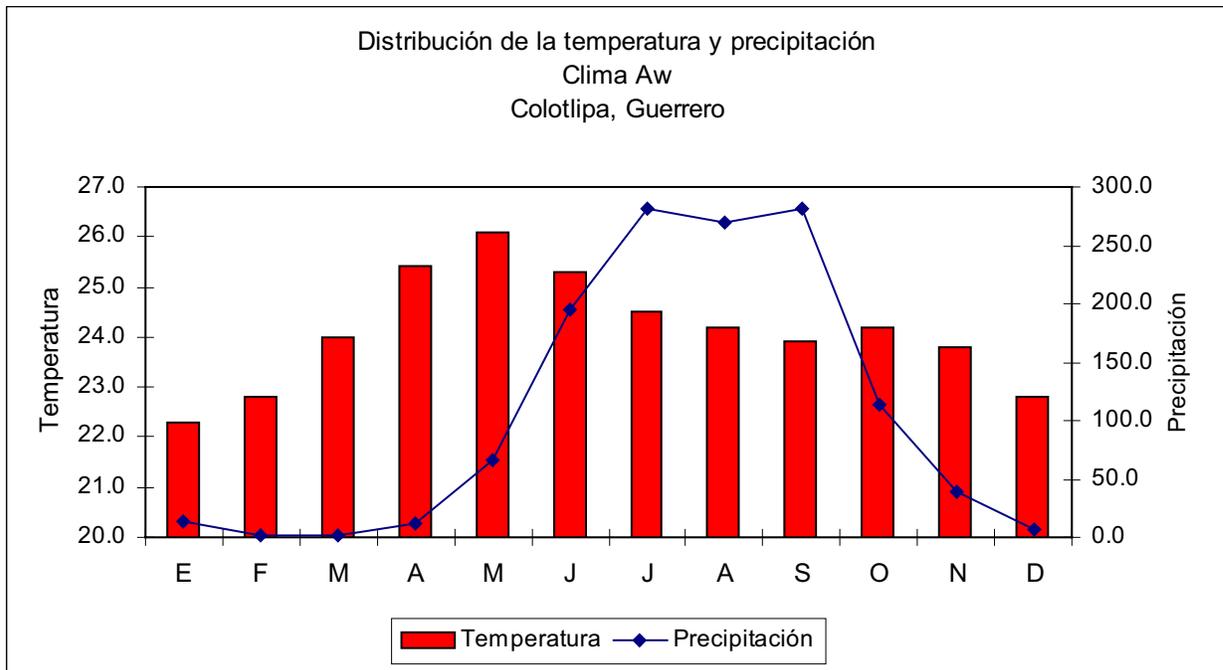
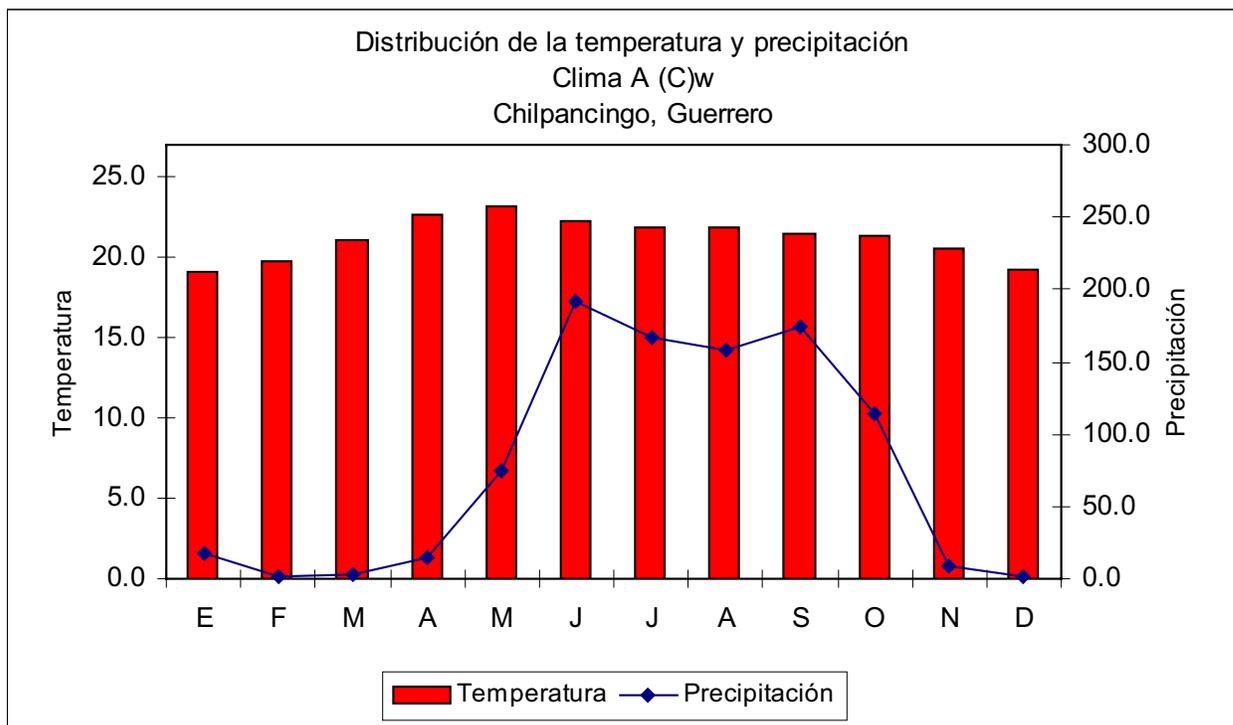


Figura II.17: Gráfica termopluviométrica con datos extraídos de la estación no. 12-023 Coordenadas: Latitud 17° 33', Longitud 99°30'



II.2.1.4.- Régimen hídrico.

De acuerdo a la división realizada por la Comisión Nacional del Agua, al área de estudio corresponde a Región Hidrológica No. 20: Costa Chica. Esta región se ubica en la porción sureste del Estado y se extiende hasta Oaxaca, abarca un 26.4% de la superficie estatal (SEPLAP, 1985).

Como se mencionó con anterioridad, el área de estudio se delimitó, tomando como base la cuenca hidrográfica en la cual se encuentra el Circuito Turístico. Las corrientes principales son los ríos Huacapa y Azul (fig. II.18), los cuales son afluentes del río Papagayo que desemboca en el Océano Pacífico. El río Huacapa atraviesa la ciudad de Chilpancingo y tiene la función de recolectar las aguas negras.



Figura II.18: Cauce del Río Azul a su paso por el Balneario Santa Fe.

El clima es el factor que favorece las variaciones en el caudal de los ríos, ya que su alimentación está asegurada por el agua proveniente de las lluvias, por lo que se tiene un periodo de avenidas desde finales de mayo a principios de octubre y de estiaje el resto del año.

Otros factores como la litología, tipo de vegetación y la morfología, también influyen en el caudal; ejemplo de esto se refleja en el predominio de corrientes intermitentes producto de que el área está constituida en su mayoría por rocas sedimentarias (caliza), lo que propicia los procesos kársticos de disolución, impidiendo de esta manera la formación de ríos y cuerpos de agua perennes.

Por otro lado, la continua alteración del medio ambiente (cambios de uso de suelo, erosión, disminución de la cobertura vegetal), ha generado un desequilibrio entre los procesos de recarga de acuíferos, ya que las modificaciones en el paisaje incrementan el escurrimiento, lo que se traduce en una mayor carga de sedimentos en las corrientes y el azolve de los cuerpos de agua.

Por lo que respecta a las aguas subterráneas, la disponibilidad y explotación están condicionadas por la litología. De acuerdo a los tipos de materiales que componen el área de estudio, se dividen en 2 unidades geohidrológicas (SEPLAP, 1985).

- 1) Materiales consolidados con permeabilidad alta, propios de litología sedimentaria (calizas y lutitas).
- 2) Materiales consolidados con permeabilidad media, integrados también con rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, lutitas, yesos y calizas).

II.2.1.5.- Componente edáfico.

La interacción entre los elementos del paisaje (litología, geomorfología, clima) así como el factor tiempo, ha originado distintos tipos de suelo en la zona de estudio, los cuales sufren procesos erosivos, debido en mayor parte, a la acción antrópica inadecuada a través de un mal manejo.

Se presentan 9 unidades de suelo (ver mapa 6):

a) Acrisol.

En la zona de estudio se localizan en la porción oriental en las zonas altas, sustentan vegetación de bosque mesófilo de montaña y bosque de pino encino, debido a su localización no se practica ningún tipo de actividad.

Se caracterizan por tener acumulación de arcillas en el subsuelo; por sus colores rojos, amarillos, o amarillos claros con manchas rojas, y por ser generalmente ácidos o muy ácidos, no parece tener preferencia por algún tipo de sustrato geológico, aunque se extiende en su mayor parte sobre rocas volcánicas. La subunidad que predomina es Acrisol órtico, que presenta las características descritas. Son moderadamente susceptibles a la erosión (SEPLAP, 1985).

b) Cambisol.

Ocupan 2 porciones: la primera en las inmediaciones del poblado de Mazatlán, la otra al sur de la ciudad de Chilapa de Álvarez. Se forman a partir de acumulaciones de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, hierro, manganeso, entre otras, sin que esta acumulación sea abundante, su susceptibilidad a la erosión es de moderada a alta (*Ibid*).

Suelen ser jóvenes, poco desarrollados, presentarse en cualquier tipo de clima y sostener cualquier tipo de vegetación. Se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo que roca (INEGI, 1989). Las subunidades correspondientes a este suelo existentes en la zona son:

1) Cambisol cálcico: son calcáreos en todas sus capas, o por tener acumulación de caliche suelto en alguna profundidad, pero con una capa superficial de color claro, o pobre en materia orgánica.

2) Cambisol éutrico: presentan las características descritas para esta unidad.

c) Feozem.

Se caracterizan por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Las unidades con mayor extensión en el área ocupan los valles principales (Chilpancingo y Mochitlán), al desarrollarse en terrenos planos son profundos y se utilizan para la agricultura, los que se desarrollan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con facilidad (SEPLAP, 1985).

El sustrato puede ser rocas metamórficas, intrusivas ácidas, volcánicas extrusivas y conglomerados; además de ser utilizados para la agricultura, estos suelos presentan pastizales inducidos así como vegetación de selva baja caducifolia. Las subunidades en el área de estudio son el Feozem calcárico, háplico y lúvico (*Ibid*).

d) Fluvisol.

Están formados por material acarreados por agua, la constitución es de materiales disgregados que no tienen estructura en terrones, por lo que son suelos poco desarrollados. Presentan muchas veces capas alternadas de arena, arcilla o grava, producto del acarreo, la subunidad dominante es el Fluvisol calcárico (SEPLAP, 1985).

d) Litosol

Se localizan en las zonas montañosas en donde la pendiente no permite un mejor desarrollo. De acuerdo a INEGI (1989), se caracteriza por tener una profundidad menor a los 10 cm. hasta la roca, tepetate o caliche duro. En el área de estudio contiene una vegetación de bosque mixto, bosque de encino y selva baja caducifolia.

Tienen características muy variables, en función del material que lo forma, pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo (INEGI, 1989).

e) Luvisol

En la zona de estudio se ocupan porciones con sustrato geológico de rocas sedimentarias. Están cubiertos por vegetación de bosque mixto, bosque de encino y selva baja caducifolia (SEPLAP, 1985), señala que tienen un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, son frecuentemente rojos o claros, aunque también presentan tonos pardos o grises, que no llegan a ser muy oscuros.

Presenta una subunidad que es el Luvisol Crómico, la cual presenta colores rojos o amarillentos en el subsuelo y es de fertilidad moderada, otras unidades menos comunes son el Luvisol órtico y el plíntico (INEGI, 1989).

d) Regosol

Se caracteriza por no presentar capas u horizontes distintos (SEPLAP, 1985). En general, son claros y conservan las características de la roca que los subyace, cuando no son profundos. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable con susceptibilidad variable a la erosión (INEGI, 1989). En la zona de estudio están cubiertos por bosque de encino, no obstante, la mayor parte de estos suelos son utilizados para la agricultura temporal.

En el área se encuentran dos subunidades:

- 1) Regosol Calcárico: suelos ricos en cal, siendo los más fértiles.
- 2) Regosol Eútrico: suelos pobres en cal, de fertilidad moderada a alta.

e) Rendzina

Son los suelos con mayor distribución debido a que en la zona, el material parental está constituido por rocas de origen sedimentario (calizas, dolomías). INEGI (1989), señala que poseen una capa superficial abundante en humus y es muy fértil, no son muy profundos y contienen altas concentraciones de arcilla.

f) Vertisol.

En la zona de estudio se desarrollan en algunas depresiones y planicies. Se caracteriza por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía (SEPLAP, 1985), son suelos arcillosos frecuentemente negros o grises; son pegajosos cuando están húmedos y duros cuando secos (INEGI, 1989). Su fertilidad es buena, aunque por su dureza dificultan los procesos de labranza y presentan problemas de drenaje, tienen baja susceptibilidad a la erosión.

La subunidad más representativa es el Vertisol pélico el cual es de color negro o gris oscuro, presentándose también el Vertisol crómico (*Ibid.*).

II.2.2.- Elementos bióticos.

II.2.2.1.- Cobertura vegetal.

En el área que comprende el Circuito Turístico se presentan 6 tipos de comunidades vegetales (ver mapa 7), las cuales están principalmente en función del clima predominante en donde éstas se distribuyen, correspondiendo a los climas cálidos las zonas cubiertas por selva baja caducifolia y las partes altas con climas templados, los diferentes tipos de bosque. La caracterización de cada tipo de vegetación se toma de SEPLAP (1985).

a) Selva Baja Caducifolia.

Es la de mayor abundancia en la zona de estudio, se caracteriza por la caída de las hojas de las especies arbóreas dominantes en la estación invernal, época en la que coinciden la temporada más fría y seca del año.

La caída de las hojas hace que la vegetación adquiera diferentes tonalidades y aspectos a lo largo del año, durante los periodos secos presenta un aspecto xerófito, debido a la existencia de especies cactáceas, situación que cambia con las precipitaciones veraniegas que hacen reverdecer los elementos arbóreos (fig. II.19).



Figura II.19: Aspecto de la selva baja caducifolia en época de lluvias.

La altura de este tipo de selva puede llegar hasta los 15 m, la copa de los árboles tiene, por lo general, una anchura que iguala o supera la altura de los mismos, el diámetro de los troncos es pequeño y, por lo regular, no sobrepasa el medio metro.

Se distribuyen, en su mayor parte, sobre los climas Aw y, en menor medida, en los A (C) w, por lo que este tipo de vegetación se desarrolla en temperaturas mayores a los 18° C con una temperatura media anual de 22° C. La precipitación, al concentrarse en el verano, obliga a que la vegetación entre en letargo durante la época invernal para protegerse, no de las bajas temperaturas, sino de la sequía, reduciendo de este modo sus funciones al máximo.

Dentro de este tipo de vegetación son comunes las comunidades de *Bursera spp.* (chupandía), *Lysiloma spp.* (tepehuajes), *Jacaratia mexicana* (bonete), *Ipomoea spp.*

(cazahutes), *Pseudobombax palmeri* (amapola), *Erithryna spp.* (colorín), *Ceiba* (pochote), *Cordia spp.* (cuéramo).

b) Bosque de Encino (*Quercus*).

La altura de este bosque puede variar desde más de 4 m al tamaño de los arbustos, existen numerosas especies de hoja caduca, pero las perennes no están ausentes dentro de esta comunidad vegetal. El tamaño de las hojas puede también variar, siendo pequeñas en los climas secos y grandes en los lluviosos.

Cuenta con uno o dos estratos arbustivos bien desarrollados y un estrato herbáceo variable en importancia. El verdor está generalmente presente, sea porque no todas las especies de hoja caduca se defolían al mismo tiempo o porque dentro de la comunidad se encuentran encinos perennifolios o coníferas.

En su parte más baja está en contacto con la selva baja caducifolia y en la más alta con otros tipos de bosque. Estas especies tienen alta capacidad de adaptación, encontrándose tanto en los climas cálidos como en los templados, asimismo se desarrollan en distintos tipos de suelos y sus límites altitudinales pueden variar (fig. II.20).



Figura II.20: Vegetación de bosque de encino.

Las especies que se encuentran son: *Quercus planicopula*, *Quercus acutifolia*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. glaucescens*, *Q. laurina*, *Q. magnoliaefolia*, *Q. peduncularis*, *Q. tuberculata*, *Juníperus flaccida*.

c) Bosque de Pino.

El género *Pinus* es el que predomina en la zona, está en alternancia con los bosques de encino. Es un bosque de altura variable, oscila por lo general entre los 8 y 25 m. Los troncos de los árboles son rectos y su grosor varía entre los 20 y 60 cm, si el bosque está dominado por una sola especie se presenta un solo estrato arbóreo, uno herbáceo y otro rasante.

Es una comunidad siempre verde y su capacidad de adaptación le permite desarrollarse en regiones de distintas características. Su distribución altitudinal parte de los 1400 hasta los 2100 m, en donde se presentan los climas templados, en donde en ocasiones están solos o combinados con los encinos, localizándose en las zonas montañosas (fig. II.21).



Figura II.21: Bosque de pino distribuido en las zonas altas del área de estudio.

No se encuentra una relación importante con el factor edáfico, ya que se puede desarrollar en distintos tipos de suelo, aun cuando en general se localiza sobre suelos someros y pedregosos.

Las especies más comunes son: *Pinus strobus chiapensis*, *P. moctezumae*, *P. acayahuite*, *P. oocarpa*, *P. teocote*, *P. herrerae*, *P. pseudostrobus*, *P. pringei*, *P. michoacana*, *P. douglasiana*, *P. rudis* y *P. leiophylla*.

d) Bosque mixto.

Se caracteriza por las asociaciones de Pino – Encino o Encino – Pino, cada tipo de bosque va a estar determinado por la especie dominante. Esta mezcla se debe a que los requerimientos de ambas especies son similares.

Esta asociación se observa conforme se asciende a los macizos montañosos, encontrando sus límites altitudinales de los 1200 a los 2500 m, desarrollándose principalmente en el clima templado.

Puede encontrarse en contacto con la selva baja caducifolia, las zonas de bosque de encino y mesófilo de montaña.

e) Bosque Mesófilo de Montaña.

Es un bosque que para desarrollarse requiere de condiciones favorables de humedad, se localiza en las laderas de zonas montañosas con pendientes pronunciadas y con relieve accidentado.

Es un bosque denso, generalmente mixto, por lo que siempre es posible encontrar elementos arbóreos verdes, los árboles de hoja caduca se defolían en la estación invernal.

La altura de los árboles va de 15 a 35 m, con diámetro de los troncos entre los 30 cm hasta los 2 m. Puede existir varios estratos arbustivos; esta variedad se debe a que la

misma comunidad vegetal puede estar formada por diversas asociaciones vegetales.

Se encuentra en contacto con el bosque de encino, así como con los mixtos. La presencia de altos valores de humedad es característica y necesaria para la existencia de este bosque, con presencia frecuente de neblinas. Se desarrolla sobre el clima templado con un límites altitudinales que van de los 2500 hasta los 2800 m en la zona de estudio.

Las especies principales en esta comunidad vegetal son las siguientes: *Carpinus caroliniana* (palo silo), *Clethra mexicana* (mameyito negro), *Dentropanax arboreus* (mano de león), *Ilex sp.* (naranjillo), *Juglans major* (nogal), *Celsis monoica* (escobillo), *Fraxinus uhdei* (fresno), *Ostrya sp.* (guaoaque), *Podocarpus sp.* (chusnito), *Quercus sp.*, *Pronus brachybo trya* (cerezo), *Pupulus spp.* (álamo), *Agnus spp.* (aile), *Cornus spp.* (aceitunillo), *Inga spuria* (chalacahuite).

f) Palmar.

Pueden tener hasta 40 m de altura, en donde existe una especie dominante. En la zona de estudio se localiza sólo un manchón de este tipo de vegetación, el cual se ubica en la zona con clima Aw. Este tipo de palmar se desarrolla sobre una costra de caliche, no tiene una altura uniforme, ya que algunos individuos tienen tronco desarrollado y otros son rasantes (fig. II.22). En este tipo de palmar la *Brahea dulcis* y otros géneros de *Brahea* son los dominantes.



Figura II.22: Vegetación tipo palmar.

II.2.3.- Elementos antrópicos.

II.2.3.1.- *Uso de suelo: evolución histórica y tendencias.*

La configuración que presenta la zona de estudio con base en los componentes antes mencionados, así como la forma y características socioeconómicas de los habitantes del área, ha determinado el tipo de actividades y la intensidad con la que se desarrollan.

Una de las principales limitantes para el desarrollo de actividades productivas es el relieve, ya que al ser predominantemente montañoso impide la implantación de éstas. Sin embargo y debido a la falta de instrumentos que propicien un correcto uso del espacio, aunada a la necesidad de los habitantes por encontrar medios de subsistencia, se han establecido sobre todo actividades de carácter primario, mismas que influyen de manera directa en el deterioro del área.

Uno de los usos de suelo más representativos corresponde a la agricultura de temporal (fig. II.23), el cual se caracteriza por estar bajo el sistema tradicional de “roza, tumba y quema”, lo que origina una constante sustitución de vegetación natural por áreas de cultivo, ya que los terrenos destinados para esta actividad al no tener vocación agrícola (suelos someros, pendientes pronunciadas), son poco productivos lo que hace necesario la apertura de nuevos espacios.



Figura II.23: Actividad agrícola sustituyendo la vegetación natural.

Otra actividad con menor desarrollo es la pecuaria de tipo extensiva (ganado caprino y bovino), la cual en ocasiones se implanta en las parcelas abandonadas y en menor medida, existen espacios destinados para esta actividad (fig. II.24). De manera no controlada se lleva a cabo extracción de productos maderables, los cuales son de autoconsumo, teniendo como finalidad servir de combustible, por otro lado existe la explotación de otras especies con fines artesanales.



Figura II.24: Ganadería de tipo extensivo y efectos en el paisaje.

La ocupación urbana se caracteriza por la continua expansión, sobre todo en la capital del Estado (fig. II.25). Cabe señalar, que esta expansión no se lleva a cabo de la misma forma en toda la zona de estudio, ya que existen localidades, en donde procesos como la emigración han frenado este comportamiento. La tabla II.7 y mapa 7 muestra los tipos de vegetación y usos de suelo:



Figura II.25: Expansión descontrolada y sin planeación de la Ciudad de Chilpancingo.

Tabla II.3: Tipos de Vegetación y Usos de Suelo en el área del Circuito Turístico Chilpancingo-Azul.

TIPO DE VEGETACION Y USO DE SUELO	SUPERFICIE EN KM ² INEGI 1984	SUPERFICIE EN KM ² INVENTARIO NACIONAL FORESTAL 2000
Agricultura de temporal	237.19	256.53
Agricultura de riego	24	19.55
Bosque de encino	294.16	291.30
Bosque de encino-pino	147.24	160.45
Bosque mesófilo de montaña	28.47	27.26
Bosque de pino	7.75	1.35
Palmar	4.09	3.79
Pastizal inducido	166.99	153.66
Selva baja caducifolia	377.27	368.10
Zona urbana	4.63	9.80
TOTAL SUPERFICIE	1,291.79	1,291.79

Resultado de la manera en que se llevan a cabo las actividades antes descritas, existe un marcado deterioro sobre los componentes del paisaje, sobre todo en la vegetación, al reducirse la superficie por el cambio de uso de suelo (ver tabla II.7), no obstante, también se presentan afectaciones en el suelo y agua.

Como se mencionó en párrafos anteriores, no existen instrumentos que corrijan y ordenen el uso de suelo con base en la vocación del territorio, por otra parte, la población ante la carencia de alternativas que satisfagan sus necesidades, tenderá a hacer uso del territorio como se realiza en la actualidad.

Lo anterior propicia que los procesos que degradan el paisaje se intensifiquen, lo que deriva en la pérdida total de las propiedades y cualidades del paisaje en el área de estudio y se acentúen los problemas socioeconómicos de los habitantes.

II.3.- Estructura horizontal.

La estructura vertical caracterizada en el apartado anterior, señala las propiedades de cada componente natural que conforma el área de estudio, sin embargo, el estudio del paisaje se avoca también a identificar y explicar las relaciones que existen entre los geocomplejos, que se expresa en una organización espacial y temporal llamada estructura horizontal.

De acuerdo a Solntsev (1948), la estructura horizontal se define como la difusión e interacción de los complejos naturales de diverso rango, que se manifiesta mediante la concatenación en el ordenamiento espacial de las diversas unidades jerárquicas del paisaje. Este arreglo espacial origina complejos territoriales con límites establecidos y cualidades intrínsecas que las hacen diferentes entre sí.

En función de variables como: el número de componentes considerados, la escala de la información para cada componente, la complejidad de la zona de estudio, entre otros; la síntesis de los geocomplejos, a través de la estructura horizontal, puede arrojar un sinnúmero de unidades de paisaje, que al carecer de un orden dificultan el análisis posterior del territorio, por tal motivo, se establece una clasificación tipológica y jerárquica

con base en los elementos que son diferenciadores y/o indicadores para cada nivel jerárquico.

II.3.1.- Jerarquía y unidades tipológicas de paisaje.

Existen diferentes sistemas de clasificación para las unidades de paisaje, de acuerdo a cada escuela que retoma al paisaje como objeto de estudio, en este trabajo se establece el sistema de unidades taxonómicas que toma los criterios de clasificación del paisaje utilizados por el sistema académico ruso (Sochava, 1972, 1978; Mateo *et al.*, 1994), el cual parte de la unidad de menor jerarquía a la de mayor.

Tabla II.4: Índices diagnósticos del paisaje natural y de sus partes morfológicas (estructura horizontal) (fuente: Vidina, 1970, tomado de Mateo *et al.*, 1994, modificada por el autor).

INDICE DIAGNOSTICO PRINCIPAL: COMPLEJIDAD DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL DEL GEOSISTEMA	UNIDAD MORFOLÓGICA	INDICE DIAGNOSTICO COMPLEMENTARIO: FACTORES NATURALES CONJUGADOS (RELIEVE, CONDICIONES LITOLÓGICAS, HIDROLÓGICAS Y DE OTRO TIPO)
Paisaje elemental.	Facies	Situada en los límites de un mismo elemento del relieve (a veces en una microforma del relieve), la misma composición litológica de la roca superficial, un mismo régimen de humedad del suelo y del manto, el mismo subtipo del suelo y la biocenosis.
Paisaje de estructura de un escalón, formado por facies individuales.	Eslabón	Relacionada con la situación en los límites de una microforma del relieve, la misma composición litológica, idéntico régimen de humedad el suelo y del manto, el mismo subtipo de suelo y la misma biocenosis.
Paisaje de estructura de un escalón, formado por facies individuales.	Sub - comarca	Caracterizado por la situación en un elemento de la mesoforma del relieve. Es semejante, en cuanto al ingreso de calor y luz solar (exposición). Tiene la misma correlación en los depósitos o litología y de la capa de formación de suelos, el mismo tipo de régimen de la humedad del manto y de los suelos, un mismo tipo de de suelos y de biocenosis.
Paisaje de estructura de dos escalones: formado por facies y subcomarcas.	Comarca	Está relacionada con una mesoforma del relieve (o con partes de ésta con muchos elementos), caracterizada por la asociación de regímenes de humedad, de rocas formadoras de suelos, tipos de suelos y biocenosis.

<p>Paisaje de estructura de muchos escalones: formado por comarcas y subcomarcas.</p>	<p>Localidad</p>	<p>Coincide con un determinado complejo de mesoformas del relieve (positivas y negativas), en los límites de una misma región con similar régimen de humedad, asociación particular litológica, un complejo o asociaciones de tipos de suelos y de biocenosis.</p>
<p>Paisaje de una estructura compleja de muchos escalones, compuesto por: localidades, comarcas, subcomarcas y facies que forman asociaciones espaciales características.</p>	<p>Región</p>	<p>Tiene un fundamento geológico homogéneo y de una misma edad en los límites de una estructura geológica local, un mismo tipo de relieve, y un mismo clima. Se forma por la asociación de suelos y biocenosis, que se encuentran en dependencia directa de la carga de hábitats locales y de configuraciones espaciales que corresponden con la estructura morfológica del territorio.</p>

Con base en la superficie del área de estudio, la escala de la información cartográfica para cada componente, la escala de representación a 1:100 000 (escala local), así como el objetivo que se persigue; la clasificación de las unidades de paisaje abarca tres unidades taxonómicas: la Localidad, la Comarca y la Subcomarca físico- geográficas, definidas a partir de los criterios expuestos en el cuadro anterior.

Así queda establecida la organización de la estructura horizontal, las relaciones entre los geocomponentes y entre las unidades de paisaje, obedeciendo a una jerarquía y a un sistema de clasificación.

II.3.2.- Cartografía general y paisajes físico - geográficos.

De acuerdo con la clasificación taxonómica y partiendo de la categoría con mayor orden jerárquico, la Región en la cual se ubica la zona de estudio corresponde a la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, con base la regionalización realizada para nuestro país por el INEGI (2007). Cabe señalar que la categoría de Región es equiparable a la Provincia Fisiográfica, en función de los criterios que definen a la región (ver tabla II.8) y a las provincias fisiográficas.

La Sierra Madre del Sur forma una extensa cordillera de 800 Km de longitud y anchura media de 100 km, de carácter orogénico, con una constitución geológica de rocas

sedimentarias paleozoicas, que fueron plegadas desde el Cretácico superior, y pizarras y granitos, localmente coronados por formaciones y cuerpos volcánicos intrusivos y extrusivos del Cenozoico. Se caracteriza por la presencia de profundos valles encajados, como los de los ríos Balsas y Papagayo (INEGI, 2007).

El clima predominante de esta provincia fisiográfica es templado o cálido húmedo, con corta temporada de lluvias durante el verano. La vegetación incluye desde los bosques templados, el bosque tropical caducifolio, que es la vegetación característica de la provincia, el matorral xerófilo predomina en las zonas descubiertas y con mayor carencia de humedad de la vertiente norte.

La génesis y evolución geológica de la Sierra Madre del Sur influye en la configuración actual del área de estudio, caracterizada por estructuras antiguas de plegamientos del Cretácico inferior, deformadas por los procesos neotectónicos y la actividad volcanotectónica durante el Terciario, así como los distintos procesos del modelado geomórfico, que originaron la intensa diferenciación morfoestructural y morfogenética del relieve actual.

El relieve es el componente eje en la obtención de las unidades de paisaje por considerarse elemento diferenciador, ya que determina la distribución de los climas, la formación de complejos de unidades de suelos en combinación con los elementos climáticos y procesos del modelado; influye en la configuración de la red hidrográfica actual y provoca la diferenciación de las formaciones vegetales.

Con base en lo anterior, se genera y representa cartográficamente (ver mapa 8) la estructura horizontal, mediante un sistema de clasificación jerarquizado que a su vez, conforma la leyenda del mapa (tabla II.9). Estas unidades espaciales se resumen de la manera siguiente:

Tabla II.5: Estructura y jerarquía en la leyenda del mapa de paisajes físico-geográficos.

Primer nivel taxonómico			Segundo nivel taxonómico			Tercer nivel taxonómico		
Paisaje	Símbolo en Leyenda	Criterios de clasificación	Paisaje	Símbolo en Leyenda	Criterios de clasificación	Paisaje	Símbolo en Leyenda	Criterios de clasificación
Localidad	A, B, C Son las tres localidades en la zona de estudio.	Formada por comarcas y subcomarcas. Coincide con complejos de mesoformas del relieve.	Comarca	A1 Referidas a la localidad en que se encuentran. Diferenciadas a partir de un número progresivo.	Formado por facies y subcomarcas. Relacionada con una mesoforma del relieve Asociación de regímenes de humedad, rocas formadoras de suelos, unidades de suelos y biocenosis.	Sub - comarca	b Clasificación de las cimas.	Formado por facies individuales. Caracterizado por un elemento de la mesoforma del relieve (cimas, pendientes y valles). Mismo tipo de régimen de humedad, de suelos y biocenosis.
							PA1 Corresponde a la pendiente de la comarca.	
							A1.1a Tipología de valles perennes, la letra minúscula expresa una diferencia a partir de un geocomponente	
							A1ci Clasificación de los valles de tipo intermitente.	

El orden y jerarquía de manera horizontal al interior de la leyenda está en función de las categorías del relieve. Para cada localidad se parte de las montañas medias y unidades de paisaje correspondientes, para culminar en la última categoría que es la de planicies y depresiones intermontanas.

En la localidad C el primer escalón es el de lomeríos, el resto de las comarcas están diferenciadas a partir de un criterio altitudinal.

LOCALIDAD A: Montañas medias (1400 – 2800 m.) kárstico – denudativas, en rocas carbonatadas y volcánicas con modelación erosivo – denudativa, formadas sobre derrames lávicos y piroclásticos, con cimas aisladas, pendiente dominante de 12.1° a 45°, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 300 m), suelos rendzina, luvisol, cambisol y regosol, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal y pastizal inducido.

Esta localidad ocupa una superficie de 629.52 Km² lo que equivale al 48.7% del área total de estudio, la cual está compuesta por 14 Comarcas. La Comarca dominante (A1), son las Montañas medias (1400 – 2800 m) compuestas por las Subcomarcas: cimas aisladas (b1, b2, b3, b4); la pendiente (PA1), otras unidades son los valles de las corrientes permanentes (A1.1a, A1.1b, A1.2a, A1.2b, A1.3a, A1.3b, A1.3c) e intermitentes con superficies menos significativas (A1c1).

Desde el punto de vista geólogo-geomorfológico, esta Comarca está formada por rocas carbonatadas en la que se desarrollan procesos kárstico-denudativos con cimas aisladas producto de la erosión diferencial. La morfología de estas cimas es redondeada, alargadas y planas con pendiente que va de 0° a 45°, presentan diferentes tipos de suelo y usos (fig.II.26).



Figura II.26: Cimas correspondientes a la comarca A1.

La subcomarca que corresponde a la pendiente está caracterizada por una inclinación que va de 12.1° a 45° , este factor aunado a la litología propician que la red de drenaje no se desarrolle de manera superficial, por lo que la densidad de disección va de baja a media ($1 - 3 \text{ km/km}^2$) y disección vertical baja a media ($100 - 300 \text{ m.}$). Las corrientes permanentes están emplazados en valles en forma de cubeta abierta, valles en “U” y valles con forma de “V”, con anchura que varía de 20 a 60 m; las corrientes intermitentes han formado valles en “U” y la anchura es de 10 a 20 m.

El suelo dominante es rendzina que proviene de los materiales carbonatados, poco desarrollado y con poca profundidad, lo cual lo hace susceptible a erosionarse si es eliminada la cobertura vegetal. El gradiente altitudinal en esta Comarca propicia la presencia de dos tipos de vegetación: bosque de encino y selva baja caducifolia en buen estado de conservación (72.94% de la superficie total), esto debido a que actividades como la agricultura de temporal y la ganadería son realizadas de manera incipiente, teniendo como factor limitante la inaccesibilidad.

Las Comarcas A2 y A3 presentan las mismas características geológico-geomorfológicas que la Comarca anterior, la superficie es de 5.18 km^2 y 3.9 Km^2 respectivamente, están separadas de la Comarca A1 por la presencia de unidades diferentes. Las estructura horizontal es similar (ver leyenda), destacando el buen estado de conservación de la vegetación (bosque de encino), no obstante, se encuentra amenazada, debido a la actividad agrícola, que de manera gradual se expande, lo que deriva en la degradación de estas unidades.

Otra de las Comarcas con relevancia corresponde a las Montañas medias ($1400 - 2800 \text{ m.}$), con procesos erosivo – denudativos, se diferencian de las anteriores por estar formadas en complejos terrígenos (figs. II.27 y II.28). Las Comarcas pertenecientes a esa clasificación no presentan distribución espacial continua, debido a la evolución geológico-geomorfológica relacionada con la forma en que están dispuestos los materiales y a los procesos erosivos que han eliminado la roca que sobreyacía a los depósitos que componen estas Comarcas. Las Subcomarcas identificadas son: cimas aisladas (f1, f2, f3), pendiente (PA4), valles de corrientes perennes (A4.1, A4.2, A4.3, A4.4a, A4.4b, A4.4c) y los valles de las corrientes intermitentes (A4ci).



Figuras II.27 y II.28: Subcomarcas cimas y pendientes de la comarca A4.

Las cimas son redondeadas, alargadas y planas, con pendientes que van de suave a media ($2.1^\circ - 30^\circ$), presentan diferentes suelos y usos. La Subcomarca principal (Pendiente), tiene una inclinación de suave a fuertemente inclinada ($2.1^\circ - 45^\circ$), el desarrollo de drenaje es mayor al estar formada por materiales terrígenos con valores de densidad de disección muy baja a media ($0 - 3 \text{ km/km}^2$) y disección vertical muy baja a baja ($0 - 200 \text{ m.}$); la morfología de los valles es de cubeta abierta, en forma de “U” y en forma de “V”, con anchura que va de 20 a 100 m; las corrientes intermitentes se emplazan en valles con forma de cubeta abierta con anchura entre 10 a 20 m.

La edafogénesis ha desarrollado suelos de tipo rendzina y luvisol crómico, determinada por los procesos que modelan al relieve circundante, presentan la característica de ser poco profundos, debido a la pendiente. La cobertura vegetal es bosque de encino y selva baja caducifolia en buen estado de conservación, no obstante, la continua sustitución de la vegetación para la implementación de la agricultura y ganadería, se convierte en el factor que degrada el funcionamiento de estas unidades, no sólo por la pérdida de la vegetación sino también por la erosión del suelo.

Dentro de esta misma categoría del relieve está la Comarca A5, que corresponde a Montañas medias (1400 – 2800 m), de origen volcánico (fig. II.29). La estructura horizontal es: cimas aisladas (j1, j2, j3, j4), la pendiente (PA5), valles de corrientes perennes (A5.1a, A5.1b, A5.2, A5.3a, A5.3b, A5.3c) y valles de corrientes intermitentes (A5ci).



Figura II.29: Subcomarcas cimas y pendientes de la comarca A5.

Al estar compuesta de material volcánico, la dinámica geomorfológica se caracteriza por ser erosivo – denudativa, favorecida por un mayor desarrollo de drenaje superficial y menor consolidación de los materiales. La morfología de las cimas es redondeada, plana y alargada; presentan diferentes tipos de suelos y domina la vegetación sobre algún tipo de uso de suelo.

La pendiente general es suave a fuertemente inclinada (2.1° - 45°), con densidad de disección baja a media ($1 - 3 \text{ km/km}^2$), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200 \text{ m.}$), los valles son en forma de cubeta abierta, en “V”, con anchuras entre los $40 - 100 \text{ m}$; los valles de las corrientes intermitentes son en forma de cubeta abierta y anchura de 10 m .

Los suelos dominantes generados a partir del material parental son luvisol crómico, cambisol cálcico y regosol calcárico, éste último asociado a zonas con mayor pendiente.

Presenta pérdida casi total de la cobertura vegetal (5.23% de la superficie), remplazada por actividades agropecuarias que han modificado la estructura y funcionamiento del sistema, y que deriva en procesos de degradación.

La siguiente categoría del relieve y que corresponde a la Comarca A6 son las Montañas bajas (800 – 1400 m.), las subcomarcas identificadas son: cimas aisladas (I1), pendiente (PA6), valles de corrientes perennes (A6.1, A6.2a, A6.2b) y valles en corrientes intermitentes (A6ci).

Están formadas en rocas carbonatadas, por lo que el modelado es kárstico - denudativo en rocas carbonatadas, las cimas aisladas son redondeadas, los valles de las corrientes perennes son en forma de cubeta abierta y en “V”, y anchura de 20 a 60 m y los valles de corrientes intermitentes son en cubeta abierta y entre 10 y 20 m de ancho (fig. II.30).

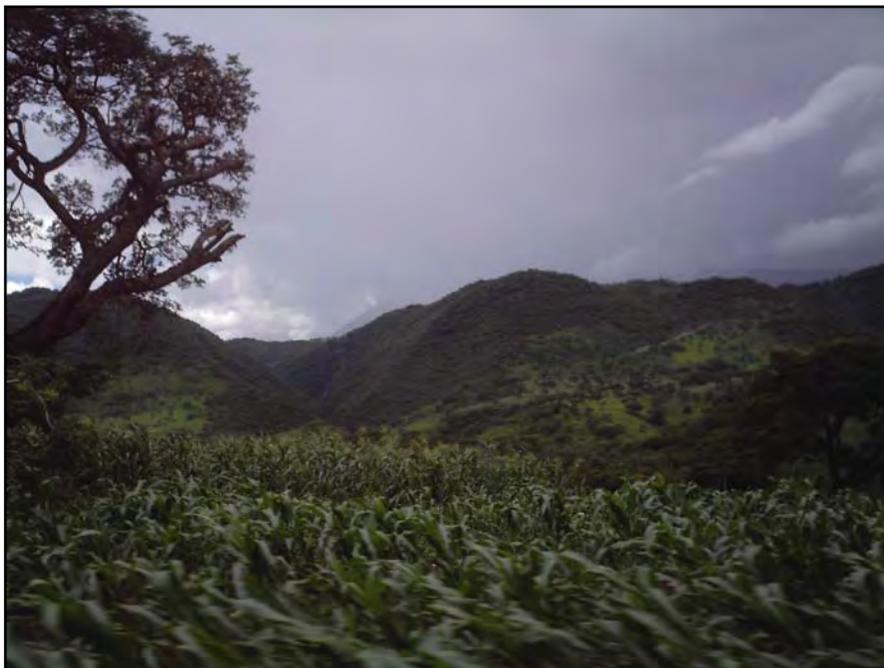


Figura II.30: Vista de los valles en “V” en la comarca A5.

La pendiente va de 2.1° a 45°, con densidad de disección de muy baja a media (0 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.). El material parental al ser carbonatado ha originado suelos tipo rendzina, caracterizados por ser poco profundos. Debido al gradiente altitudinal, el tipo de vegetación dominante es selva baja caducifolia asociada a bosque de encino, en buen estado de conservación (75% de la superficie). Al igual que en otras unidades, las actividades humanas (agropecuarias de tipo extensivo), se convierten en los factores que modifican el funcionamiento interno del paisaje.

Los lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.) conforman las siguientes Comarcas (A7 y A8) y las Subcomarcas respectivas (ver leyenda). El modelado erosivo – denudativo sobre todo de tipo fluvial sobre materiales terrígenos los ha separado de las estructuras principales, otorgándoles superficies onduladas (fig. II.31).



Figura II.31: Vista de las cimas y pendientes de la Comarca A8.

Las características morfológicas de estas Comarcas, en cuanto a su composición, es similar (densidad de disección, profundidad de disección, pendiente), difieren entre ellas, debido a la disposición de los otros geocomplejos.

Presentan suelos tipo cambisol éútrico, regosol éútrico, rendzina y luvisol crómico, que sustentan vegetación de bosque de encino y selva baja caducifolia con bajo estado de conservación, ya que ocupan menos del 40% de la superficie total. Esto es producto de la actividad agrícola que se lleva a cabo en terrenos poco productivos, lo que ocasiona que

se abran nuevos espacios, lo que sirve de catalizados para procesos de erosión laminar y formación de cárcavas.

La última categoría del relieve corresponde a las Planicies y depresiones intramontanas, clasificadas por su situación altitudinal, el material que las compone y los procesos que se presentan, aunado a lo anterior y con base en la estructura vertical y horizontal, se establecen las Comarcas y Subcomarcas correspondientes (ver leyenda).

Se localizan donde las condiciones y evolución geológico-geomorfológica favorecieron la génesis de estas unidades, a través de la combinación de distintos procesos, dominando en la actualidad la erosión fluvial y acumulación de sedimentos, que a su vez son el factor principal en la edafogénesis.

A pesar de representar solo el 12.6% de la superficie de la Localidad, son las unidades de paisaje más alteradas, esto debido a que la morfología (pendientes suaves), facilita el establecimiento de actividades humanas. La vegetación ha sido reducida a un promedio de 24%, sustituida por áreas de cultivo y pastoreo, un aspecto importante es el establecimiento de núcleos de población, que de manera gradual, continúan expandiéndose (figs. II.32 y II.33).



Figuras II.32 y II.33: Sustitución de vegetación natural para el establecimiento de otros usos de suelo.

Por tal motivo, la degradación en estas Comarcas, se refleja no sólo por la pérdida de la cobertura vegetal y la erosión, también existe la contaminación de suelo y agua (superficial y subterránea) por desechos sólidos y descargas domiciliarias. Cabe señalar, que no sólo el uso de suelo agropecuario y urbano ocasiona la degradación, en los lugares que forman parte del Circuito, el turismo se suma como agente que modifica la dinámica del paisaje.

LOCALIDAD B: Montañas medias (1400 – 2800 m.), kárstico - denudativas de rocas carbonatadas, erosivo – denudativas formadas en complejos terrígenos y materiales volcánicos, con cimas aisladas, pendiente de 12.1° a 45°, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 300 m.), suelos luvisol, feozem, regosol y rendzina, bosque de encino, mixto y selva baja caducifolia, agricultura de temporal y pastizal inducido.

Ocupa una superficie de 564.13 Km² que equivale al 43.7% de la superficie total del área de estudio, subdividida en 13 Comarcas. La unidad principal corresponde a la Comarca B1 Montañas medias (1400 – 2800 m), con las subcomarcas: cimas aisladas (a1, a2, a3, a4), la pendiente (PB1), valles en corrientes perennes (B1.1a, B1.1b, B1.2a, B1.2b, B1.3a, B1.3a, B1.3b, B1.4a, B1.4b) y valles en corrientes intermitentes (B1ci).

La presencia de rocas carbonatadas determinan que el modelado sea kárstico - denudativo, las cimas aisladas son resultado de la erosión diferencial y mayor resistencia de la roca, la forma es redondeada y/o alargada y plana y/o alargada, con suelos diferentes y la mayoría conserva la vegetación (fig. II.34). Los valles de las corrientes perennes son en forma de cubeta abierta, en “U” y en “V”, con anchura 20 – 100 m y los valles de las corrientes intermitentes son en “U” con anchura promedio de 10 m.

La pendiente general es mediana a fuertemente inclinada (12.1° - 45°), densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 300 m). El tipo de suelo dominante es rendzina originado a partir de las rocas calcáreas, aunque también existe luvisol órtico.



Figura II.34: Subcomarcas cimas y pendientes de la unidad de paisaje B1.

El gradiente altitudinal influye en la presencia de dos tipos de clima y la distribución de las comunidades vegetales, en altitudes menores selva baja caducifolia seguida de una zona de transición ocupada por bosque de encino y en altitudes mayores bosque mixto, en buen estado de conservación (86% de la superficie), las actividades que se realizan son la agricultura y el pastoreo, no obstante, la inaccesibilidad generada por la pendiente no permite un mejor desarrollo de estas actividades, por tal motivo esta unidad no ha sufrido modificaciones que alteren el funcionamiento.

La Comarca B2 con una superficie de 12 Km² tiene características similares en cuanto a la estructura horizontal (ver leyenda), difiere porque la vegetación que la cubre es solo selva baja caducifolia, así mismo la superficie sujeta a algún tipo de uso no es significativa.

En esta misma categoría del relieve, se ubican las Comarcas B3, B4, B5 y B6 y Subcomarcas correspondientes (ver leyenda), tipificadas como Montañas medias (1400 – 2800 m.), formadas en complejos terrígenos (figs. II.35 y II.36). Al igual que en la

Localidad A, la distribución de estas Comarcas obedece a la evolución geológico-geomorfológica, que erosionó la roca que sobreyacía a los materiales terrígenos, permitiendo que afloraran en la superficie.



Figura II.35: Comarca B6 coronando la unidad de paisaje B1.



Figura II.36: En segundo plano, cimas y pendientes de la Comarca B2.

Los procesos erosivo-denudativos que modelan el relieve se relaciona con la erosión fluvial y, en menor medida, la remoción en masa, en pendientes entre 12.1° a 45° , la densidad de disección baja a media ($1 - 3 \text{ km/km}^2$), disección vertical muy baja a media ($0 - 400 \text{ m.}$).

Predominan los suelos regosol, litosol y rendzina, poco desarrollados y susceptibles a erosionarse. Estos suelos sustentan comunidades vegetales de bosque de encino y selva baja caducifolia distribuidas de acuerdo con la altitud en la que se ubican estas Comarcas. Presentan un promedio de 88% de la superficie cubierta por vegetación, las zonas con algún tipo de uso se localizan en donde las condiciones del relieve no son un obstáculo.

La Comarca B7 pertenece también a las Montañas medias ($1400 - 2800 \text{ m.}$), esta unidad está compuesta por material de origen volcánico, que sobreyace las rocas carbonatadas de la comarca B1. Las Subcomarcas que la conforman son: cimas aisladas (k1, k2), pendiente (PB7), valles en corrientes perennes (B7.1a, B7.1b, B7.2) y los valles en corrientes intermitentes (B7ci).

La dinámica geomorfológica es erosivo – denudativa, en donde sobresale la erosión de tipo fluvial, favorecida por factores como materiales impermeables y pendientes con inclinación de 12.1° a 45° , con valles en forma de cubeta abierta y en “V”, entre 40 y 100 m de ancho para los perennes y 10 m para los intermitentes; la actividad fluvial también se refleja en el valor de la densidad de disección, que va de media a alta ($1 - 4 \text{ km/km}^2$) y la disección vertical baja a media (100 – 400 m.).

A partir de este material parental se han formado suelos de tipo litosol y luvisol crómico con poco desarrollo y someros, sobre todo en donde la pendiente es el factor limitante. La vegetación que se ubica en esta unidad es principalmente bosque mixto y selva baja caducifolia ligada a altitudes menores, ambas en buen estado de conservación (95% de la superficie). La pendiente e inaccesibilidad son los elementos por los que las actividades humanas no se llevan a cabo en esta unidad.

Las Montañas bajas (800 – 1400 m) definen la Comarca B8, ocupan una superficie de 51.34 Km^2 . Las Subcomarcas que la componen son: cimas aisladas (n1, n2), la pendiente (PB8), valles asociados a corrientes perennes (B8.1a, B8.1b, B8.2a, B8.2b, B8.3) y valles de corrientes intermitentes (B8ci).

En esta unidad los procesos kárstico – erosivos se expresa en el relieve a través de karst de mogotes y depresiones circulares (fig. II.37), la pendiente es suave a medianamente inclinada ($2.1^\circ - 30^\circ$), sin una red de drenaje definida, debido a la disolución del material carbonatado, la densidad de disección es de muy baja a baja ($0 - 2 \text{ km/km}^2$) y la vertical muy baja a baja (0 – 200 m.).



Figura II.37: Morfología de tipo kárstico en la Comarca B8.

Los suelos son tipo rendzina y luvisol crómico, con mayor grado de desarrollo de los procesos edafogénicos en las depresiones. La vegetación dominante es selva baja caducifolia (76%), en menor medida existe vegetación residual de bosque mixto y encino eliminada por el uso de los árboles para obtener leña.

Al interior de esta Comarca la actividad principal es agricultura de temporal, desarrollada principalmente en las depresiones que han sido rellenadas por el acarreo y acumulación de sedimentos y suelos más fértiles. Por otra parte, se ubica un asentamiento humano que carece de algunos servicios públicos (drenaje, agua potable), lo que genera problemáticas al contaminarse el suelo y agua.

El siguiente escalón que define las Comarcas B9 y B10 (figs. II.38 y II.39), corresponde a los Lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), y las Subcomarcas correspondientes (ver leyenda).



Figuras II.38 y II.39: Cimas y pendientes de las Comarcas B9 (izquierda) y B10 (derecha).

Están formados en complejos terrígenos y material volcánico. La morfogénesis está asociada a procesos erosivo-denudativos, que los han separado de las estructuras principales. El grado de inclinación es suave a medianamente inclinada (2.1° - 30°), la densidad de disección de baja a media ($1 - 3 \text{ km/km}^2$) y disección vertical muy baja a baja ($0 - 200 \text{ m.}$).

Los suelos predominantes son feozem háplico, rendzina, cambisol éutrico y regosol éutrico. La cobertura vegetal de bosque de encino y selva baja caducifolia sólo abarca el 48% de la superficie, sustituida por actividades agropecuarias lo que afecta el funcionamiento interno de la Comarca, que se refleja sobre todo en la erosión del suelo.

Las Planicies y depresiones intramontanas conforman la última categoría dentro de esta Localidad, al igual que en la Localidad A se clasifican por altitud, el material que las compone y los procesos, con base en las relaciones entre los geocomplejos se establecen las Comarcas B11, B12 y B13; y Subcomarcas correspondientes (ver leyenda).

Ocupan el 5.7% de la superficie de la localidad (32.23 Km^2). Son modeladas por procesos erosivo - denudativos ya que no son planas, la pendiente principal va de 2.1° a 30° con

superficies onduladas resultado del modelado fluvial, que arroja valores de densidad de disección de baja a alta ($1 - 4 \text{ km/km}^2$) y disección vertical muy baja a media ($0 - 400 \text{ m.}$).

Producto del transporte y acumulación de sedimentos se han generado suelos tipo rendzina, feozem lúvico, luvisol órtico y cambisol éútrico profundos y mayor desarrollado. La vegetación compuesta por comunidades de bosque de encino y selva baja caducifolia ha sido sustituida, casi en su totalidad, ya que solo abarca 14.6% en promedio, eliminada para la apertura de terrenos para agricultura de temporal (fig. II.40), plantación de pastos para ganadería y zonas de asentamientos humanos.



Figura II.40: Uso agrícola en la Comarca B11.

LOCALIDAD C: Planicies y depresiones intramontanas denudativo - acumulativa y acumulativas de llanuras y planos de inundación, planas, sin diferenciación de niveles, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 0° a 12°, densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos feozem, luvisol y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y de riego.

Representa el 7.6% del área de estudio (98.14 Km²), compuestas por 4 Comarcas. La unidad principal es la Comarca C3: Planicies y depresiones intramontanas bajas (800 < H ≤ 1 000 m), con las Subcomarcas: pendiente (PC3), valles en corrientes perennes (C3.1a, C3.1b, C3.1c, C3.2a, C3.2b, C3.3a, C3.3b) y valles en corrientes intermitentes (C3ci).

La morfogénesis está regida por la acumulación de sedimentos transportados por la corriente principal (Río Azul) y por los que provienen de las estructuras aledañas, que ha originado llanuras y planos de inundación, morfología plana (fig. II.41). Los valles que se han formado por la acción de las corrientes perennes son en cubeta abierta, en “U” y en “V”, con anchura entre 20 y 40 m; los valles en corrientes intermitentes son en forma de “U” con anchura promedio de 10 m. Presenta una inclinación de 0° a 12°, densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja (0 – 100 m.)



Figura II.41: Planos de inundación del Río Azul.

Como tipos de suelos predominantes están feozem lúvico y rendzina, profundos y bien desarrollados. La vegetación original en esta Comarca consiste en selva baja caducifolia (22% de la superficie), no obstante, ha sido eliminada para la implementación de agricultura de temporal, de riego y el uso urbano, originando problemáticas como erosión de suelo, y contaminación de suelo y agua.

La Comarca C2 Planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m) y Subcomarcas (ver leyenda), es similar en estructura y funcionamiento; originada a partir de procesos denudativo - acumulativos y constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 0° a 12° , densidad de disección baja a media ($1 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja (0 – 100 m.).

Al igual que en la Comarca C3, la agricultura de temporal, de riego y sobre todo que es en esta unidad en donde se ubica el asentamiento humano más importante en el área de estudio (ciudad de Chilpancingo), las relaciones entre los componentes ha sido modificada, teniendo como factores la eliminación de la cobertura vegetal original (selva baja caducifolia), la erosión de suelo, contaminación de agua y suelo (fig. II.42).



Figura II.42: Vista de la Ciudad de Chilpancingo, asentada sobre la Comarca C2.

Las últimas Comarcas que componen esta Localidad son la C1 y C4 y Subcomarcas correspondientes (ver leyenda). La primera consiste en Lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m) erosivo – kársticos formadas sobre rocas carbonatadas, pendiente de 2.1° a 12°, densidad de disección de muy baja a baja (0 – 2 km/km²), disección vertical muy baja (0 – 100 m). Los tipos de suelos son rendzina y luvisol plíntico, que sustentan vegetación de selva baja caducifolia mal conservada (26% de la superficie), sustituida por agricultura de temporal.

La Comarca C4 son Planicies y depresiones intramontanas bajas (800 < H ≤ 1 000 m), acumulativas, planas, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 2.1° a 12°, densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m); suelos luvisol crómico y rendzina, con vegetación de selva baja caducifolia conservada, amenazada por la agricultura de temporal y el crecimiento de los asentamientos humanos (fig. II.43).



Figura II.43: Poblado de Colotlipa, establecido en la Comarca C4.

Como resultado del origen geológico y de la heterogeneidad litológica, los procesos que modelaron y los que actúan en la actualidad, se tiene la diversidad y distribución espacial de las Comarcas y Subcomarcas en la zona de estudio.

De esta manera, el relieve se comporta como el elemento diferenciador del paisaje a nivel Localidad y Comarca, mediante la consolidación de los escalones morfoestructurales que influyen en el clima, la formación de los tipos de suelos y distribución de la vegetación; las Subcomarcas señalan la diversidad de interrelaciones al interior de las unidades de mayor orden.

Como elementos perturbadores identificados se destacan las actividades de carácter primario (agricultura, ganadería), realizadas de manera extensiva y sin el manejo de técnicas apropiadas que minimicen el impacto sobre el paisaje. Ya que la zona de estudio tiene como propósito ofertar el turismo, los servicios que requiere este tipo de actividad hasta el momento son insuficientes, generando así otras problemáticas mencionadas con anterioridad, como es el caso de la contaminación de suelo y agua.

En términos generales, la dinámica y funcionamiento interno del sistema no ha sido alterado totalmente, sin embargo, la tendencia marca que la perturbación hacia los geocomponentes seguirá en la misma dirección, lo que derivará en la pérdida de las cualidades del paisaje y el colapso del sistema.

CAPÍTULO III

DEGRADACIÓN DEL PAISAJE

Este apartado aborda los resultados del proceso metodológico establecido para la evaluación de la degradación. Parte de la definición, aplicación y obtención de datos de los indicadores ambientales en las unidades de paisaje, los resultados arrojados conforman la matriz a emplear en el análisis clúster. A través de esta técnica estadística se define la forma en que los casos se agrupan y se definen las categorías de degradación.

Posterior al análisis de los datos, se hace una caracterización de las clases de degradación y los geocomplejos pertenecientes a cada grupo, con la finalidad de señalar las principales causas y presiones que influyen en el estado actual del paisaje. La última parte del capítulo se enfoca a establecer una propuesta de manejo del territorio con base a la aptitud natural del mismo.

III.1.- Evaluación del estado actual del paisaje.

La evaluación de las unidades de paisaje con el fin de conocer la degradación y el estado actual del mismo, se realiza a través de la aplicación de indicadores de carácter ambiental, los cuales arrojaron las condiciones en las que se encuentra, tal como lo señala Salinas (1993; en D`Luna, 1995) al establecer que los objetivos fundamentales de la evaluación son informar sobre la calidad de los geocomponentes y de los geocomplejos (paisajes), realizar una comparación entre éstos, ayudar al establecimiento de las políticas de manejo y la toma de decisiones, y proveer una comprensión más amplia del territorio estudiado.

A partir del análisis de los componentes del paisaje se diagnostica el estado del mismo, de esta manera, la detección de las modificaciones en la estructura y el funcionamiento del paisaje no sólo por efecto de procesos naturales sino también por la forma en que el ser humano ha usado la naturaleza, se convierte en el punto de partida para conocer la situación del paisaje.

Cuando los procesos rompen la dinámica del paisaje se refleja en la degradación o deterioro, es decir, en la pérdida de atributos y propiedades sistémicas que garantizan el cumplimiento de determinadas funciones, incluidas las socioeconómicas, el potencial, los

mecanismos de autorregulación y regeneración, así como la capacidad productiva de los paisajes, por medio de la aparición y/o intensificación de los procesos geoecológicos.

III.1.1.- Aplicación de indicadores ambientales.

De acuerdo con la OCDE (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo), un indicador puede definirse, de manera general, como un parámetro o valor que señala o provee información o describe el estado de un fenómeno dado, es decir, permiten medir (cuantitativamente a través de tasas, cocientes e índices) o describir (cualitativamente) alguna situación en particular (Palacio *et al.*, 2004).

Se consideran como medios para llegar a un objetivo y guían a los planificadores para tomar decisiones sobre cómo usar los recursos naturales de un país (Bie *et al.*); en general cumplen con dos funciones básicas (Palacio *et al.*, 2004):

- a) Reducir el número de mediciones y parámetros que normalmente se requieren para reflejar una situación dada.
- b) Simplificar el proceso de comunicación con el usuario.

Los indicadores revelan condiciones y tendencias que pueden ser de utilidad en la planeación del desarrollo del territorio; la instrumentación permite:

- Desarrollar mejores colecciones de información y reportes con énfasis en materia ambiental, social y económica.
- Integrar datos ambientales, económicos y sociales de importancia en la planeación y la toma de decisiones.
- Elaborar reportes periódicos sobre condiciones y tendencias.

Una problemática que presenta el desarrollo y aplicación de los indicadores, es que no existe un enfoque único para cada elemento que se mide, debido a que los problemas ambientales cambian con el tiempo. Uno de los enfoques ampliamente utilizados es el que trabaja la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), Se

trata del sistema presión-estado-respuesta, el cual se basa en una cadena de causalidades (Bautista *et al.*, 2004).

Bajo esta estructura, la *presión* o sea el factor causante, se refiere a aquellas fuerzas ejercidas sobre la tierra por las actividades humanas y su impacto sobre el estado de la calidad de la Tierra (indicadores de presión), que modifican la calidad y cantidad de los recursos naturales (indicadores de estado), la *respuesta* caracteriza los esfuerzos concientes hechos por los usuarios de la tierra y los gobiernos para encontrar remedios a cualquier cambio degradante (indicadores de respuesta) (*ibid.*).

El presente trabajo busca evaluar el grado de degradación del paisaje a través de la aplicación de indicadores, enfocados en obtener información en los tres subsistemas principales (abiótico, biótico y antrópico), de algunos factores que ejercen presión sobre los geocomponentes y propician el deterioro, así como del estado actual que guardan.

Es importante señalar, que el objetivo de los indicadores es establecer de manera sintética una condición que puede ser representada espacialmente, no obstante, la interpretación de los resultados requiere de análisis. En este sentido la interpretación de los indicadores no puede abstraerse de la complejidad de la realidad adjunta y espacialmente específica. Por ello, un indicador numérico no puede ser explicado en los mismos términos en todo el territorio, debido a diferencias de contexto que surgen de las diferentes características sociales, económicas y políticas del espacio geográfico. Al tener esta realidad una condición cambiante en el espacio y en el tiempo, los indicadores y su interpretación no son válidos indefinidamente en el tiempo, sino que requieren ser revisados periódicamente (Palacio *et al.*, 2004).

Los resultados obtenidos en los geocomplejos mediante la aplicación de los indicadores arrojan valores que se clasifican en rangos establecidos para cada indicador, con base en estos datos se lleva a cabo el análisis de las unidades de paisaje y se conforma la matriz a utilizar en el proceso siguiente.

a) Indicadores de carácter abiótico.

Corresponden a parámetros relacionados con los geocomponentes susceptibles a sufrir modificaciones por acción de las actividades humanas y, por lo tanto, pierden las cualidades que forman parte del funcionamiento del geosistema. Con base en lo anterior y en función de la información disponible, los componentes del paisaje analizados y medidos en este subsistema son el relieve y el suelo.

a.1.- Erosión Laminar Hídrica.

Se basa en el planteado por el Manual de Ordenamiento Ecológico (SEDUE, en D'Luna, 1995). Cuantifica valores de pérdida de suelo (toneladas/hectárea/año), provocada por la erosión hídrica superficial tomando en cuenta diversos parámetros, mediante este parámetro se califica la degradación atribuida a la erosión hídrica y determinar por unidad de paisaje los diferentes niveles de susceptibilidad del suelo a procesos erosivos.

Este indicador se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Erosión Hídrica} = \text{IALLU} \times \text{CAERO} \times \text{CATEX} \times \text{CATOP} \times \text{CAUSO}$$

En donde:

IALLU: Índice de agresividad de la lluvia.

CAERO: Calificación de erodabilidad.

CATEX: Calificación de textura y fase.

CATOP: Calificación de la topografía.

CAUSO: Calificación por uso del suelo.

La información requerida con el fin de aplicar la fórmula por unidad de paisaje se obtiene a partir los siguientes datos:

- Precipitación modal anual (en milímetros), o en su caso calcular y usar la media.
- Unidades de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Fases de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Clase textural del suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Pendiente del terreno o topografía dominante.

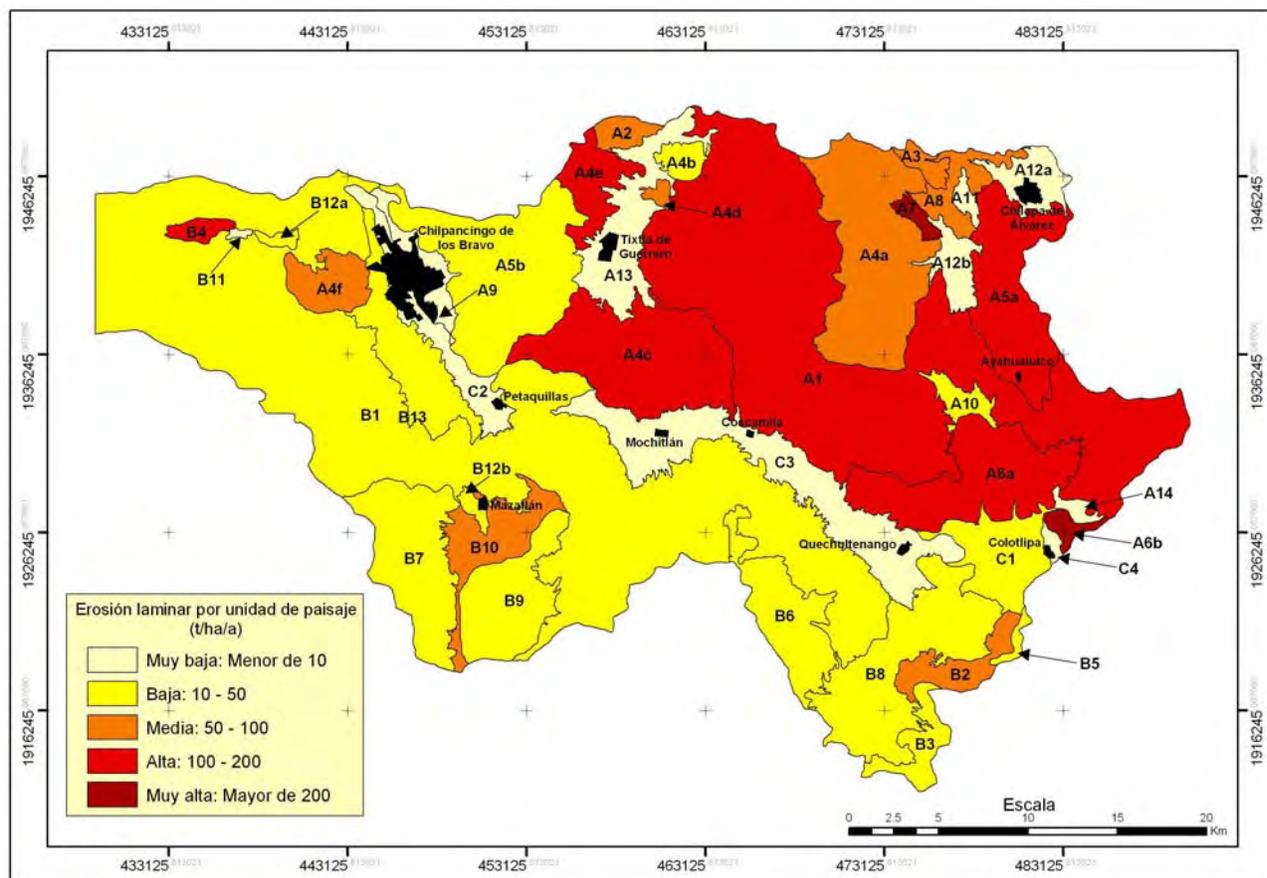
- Uso del suelo y vegetación.

Una vez aplicado el indicador, los resultados se clasifican en la siguiente tabla y se muestran en la figura III.1:

Tabla III.1: Valores de erosión laminar hídrica por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Muy baja	Menor de 10 t/h/a	1	A9, A11, A12a, A12b, A13, A14, B11, C02, C03, C04
Baja	10 a 50 t/h/a	2	A4b, A5b, A10, B1, B3, B5, B6, B7, B8, B9, B12a, B12b, B13
Media	50 a 100 t/h/a	3	A2, A3, A4a, A4d, A4f, B2, B8, B10
Alta	100 a 200 t/ha/a	4	A1, A4c, A4e, A5a, A6a, B4
Muy alta	Mayor de 200 t/h/a	5	A6b, A7

Figura III.1: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de erosión laminar hídrica.



Los datos obtenidos están en función de las variables principales empleadas en este indicador: tipo de suelo, pendiente y uso de suelo. La combinación de éstas al interior de cada unidad de paisaje, así como la configuración de los geocomplejos producto de la interacción entre los componentes, refleja la susceptibilidad a la erosión laminar hídrica.

Las unidades con “muy baja erosión” laminar corresponden a las que se emplazan en las planicies y depresiones intramontanas. A pesar de que la mayoría de estos geocomplejos han sido transformados por actividades humanas, la génesis y características morfológicas propician que domine la dinámica acumulativa sobre la erosiva.

Conforme cambia la estructura de las unidades (tipo de relieve, suelos asociados, cobertura vegetal) y la presión ejercida por el subsistema antrópico (intensidad de las actividades económicas), el valor de la erosión laminar aumenta. Ejemplo de lo anterior se observa en las unidades que presentan “alta” y “muy alta” erosión, ya que al ser comarcas definidas por relieve de montañas con mayor pendiente, un menor desarrollo de suelo y la sustitución de la cobertura vegetal, con el fin de usar esos espacios para actividades agropecuarias, establecen las condiciones que modifican el sistema y genere procesos erosivos de carácter laminar.

a.2.- Densidad de Disección.

Es la relación entre la longitud total de los cauces, expresada en kilómetros / kilómetro cuadrado, dividida entre el área que comprende, en este caso, cada unidad de paisaje. Existen factores que controlan la densidad, uno de los más importantes es la litología de cada unidad, debido a la diferente resistencia de los materiales a la erosión, otras variables son la cantidad de precipitación, relieve (pendiente), textura de suelo y la presencia o ausencia de cobertura vegetal (Strahler, 1982).

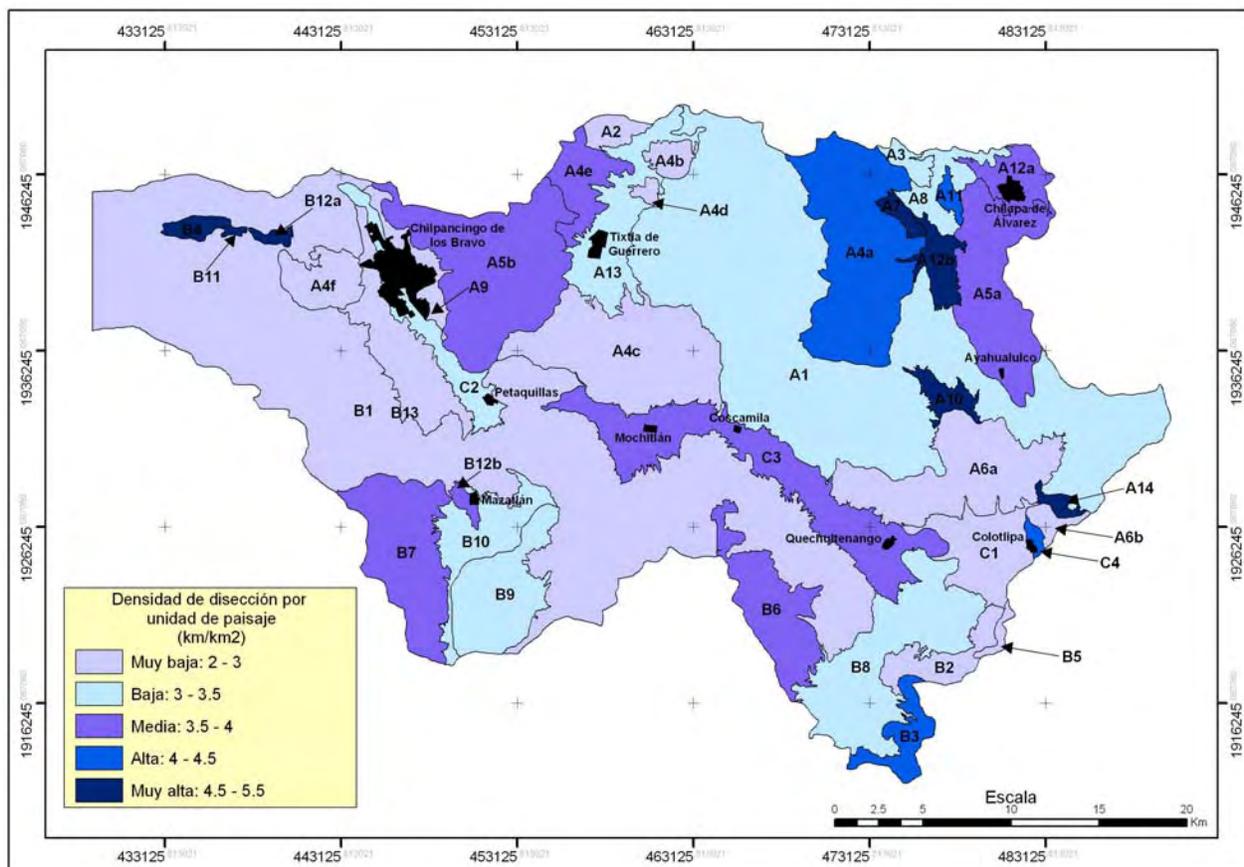
Ya obtenidos los resultados, se muestran en la figura III.2 y se clasifican de la siguiente manera:

Tabla III.2: Valores de densidad de disección por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR (km/km ²)	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Muy baja	2 - 3	1	A1, A2, A4b, A4c, A4d, A4f, A6a, A6b, A9, B1 B2, B5, B13, C1
Baja	3 - 3.5	2	A3, A8, A13, B8, B9, B10, C2, C3
Media	3.5 - 4	3	A4e, A5a, A5b, A12a, B6, B7, B12b
Alta	4 - 4.5	4	A4a, A11, B3, C4
Muy alta	4.5 - 5.5	5	A7, A10, A12b, A14, B4, B11, B12a

La densidad de disección es uno de los elementos que forman parte de la evolución del relieve en condiciones naturales, cuando la dinámica de este proceso se modifica por causa de otros factores (cambios de uso de suelo, eliminación de la cobertura vegetal, desarrollo de actividades antrópicas en sitios no aptos, entre otros); se convierte en un elemento degradante más.

Figura III.2: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de densidad de disección.



En la zona de estudio la litología se convierte en el factor que determina, en mayor parte, los valores de disección en función de la resistencia del material a la acción erosiva vertical. Esto se observa sobre todo en las comarcas que corresponden a las montañas con gradientes elevados de pendiente que favorecerían una mayor disección, sin embargo, al estar conformadas por rocas carbonatadas domina la infiltración por lo que la densidad de disección es “muy baja” y “baja”. Las categorías “alta” y “muy alta” se asocian a comarcas definidas por montañas, lomeríos y planicies compuestas por materiales terrígenos y/o volcánicos.

a.3. Relación de Bifurcación.

Emplea la clasificación de los órdenes de drenaje de los sistemas fluviales con los criterios de clasificación establecidos por Horton (en Strahler, 1982), con lo cual se establece la Relación de Bifurcación, definida como la proporción existente entre el número de segmentos de un orden dado y los del orden inmediato superior.

La ecuación utilizada para este propósito es:

$$R_b = N_u / N_{u+1} + 1$$

En donde:

R_b = Relación de Bifurcación.

N_u = Número de segmentos.

Cuando las condiciones de los componentes de la estructura vertical: clima, litología, suelo, relieve y vegetación, mantienen un desarrollo uniforme, la relación de bifurcación tiende a permanecer constante, con valores que oscilan entre 3 y 5. A continuación, se muestran los resultados (tabla III.3 y fig. III.3):

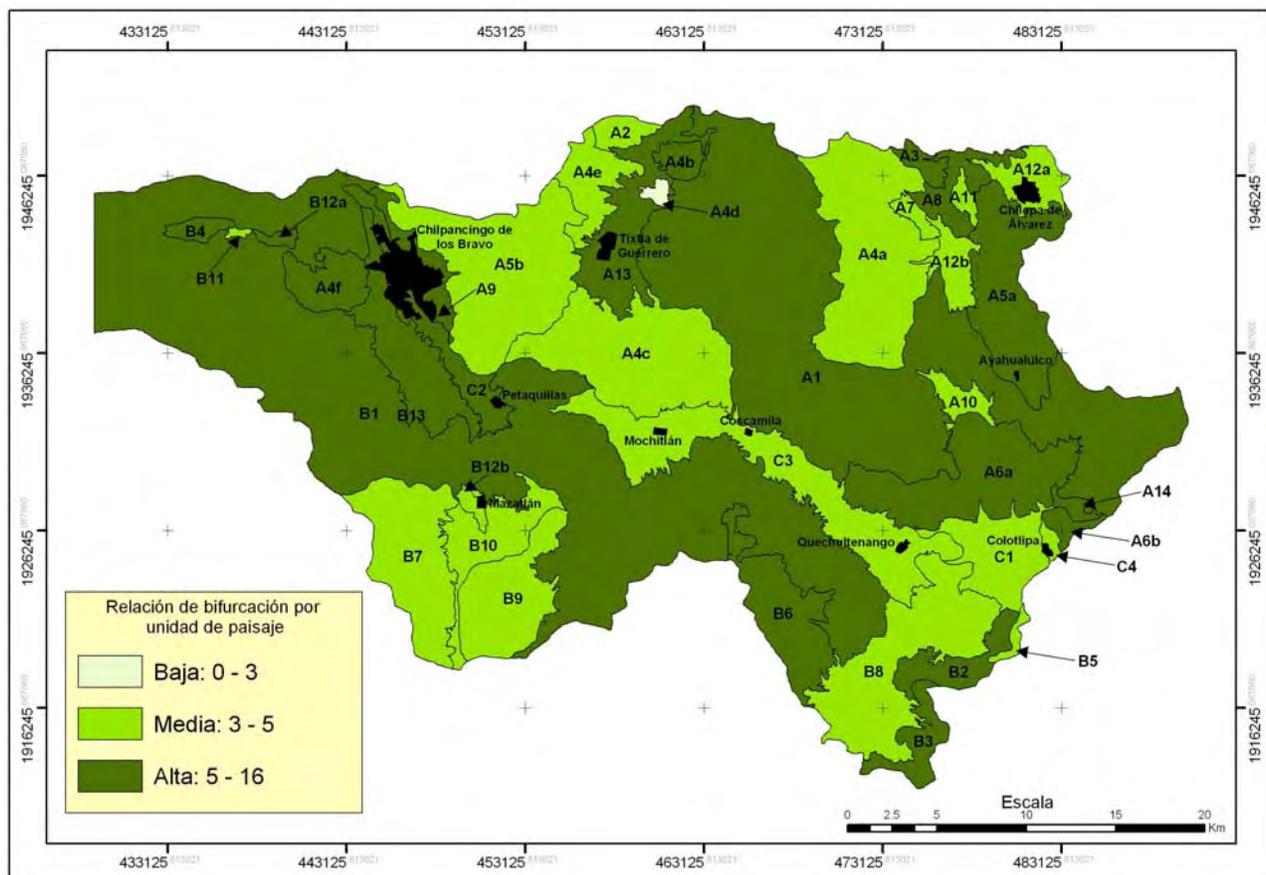
Tabla III.3: Valores de relación de bifurcación por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Baja	0 - 3	1	A4d
Media	3 - 5	2	A2, A4a, A4c, A4e, A5b, A7, A10, A11, A12a, A12b, B5, B7, B8, B9, B10, B11, B12b, C1, C3, C4

Alta	5 - 16	3	A1, A3, A4b, A4f, A5a, A6a, A6b, A8, A9, A13, A14, B1, B2, B3, B4, B6, B12a, B13, C2
------	--------	---	--

Se observa que existen geocomplejos con relación de bifurcación entre 3 y 5 que señala evolución uniforme de las unidades de paisaje, sin embargo, la presencia de valores fuera de este rango indica modificaciones en la estructura y el funcionamiento de los sistemas, en donde las actividades humanas son el catalizador de dichos cambios propiciados por los cambios de uso de suelo (apertura de nuevos espacios para actividades agropecuarias, modificación en el relieve con la finalidad de crear nueva infraestructura y equipamiento).

Figura III.3: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de relación de bifurcación.



b) Indicadores de carácter biótico.

Los parámetros aplicados se centran en la vegetación, elemento al interior de este subsistema que refleja el efecto de las presiones que ejercen las diferentes actividades humanas debido a que es empleado como recurso, además de reducir la superficie que ocupa como resultado de los constantes cambios de uso de suelo, lo cual deriva en la pérdida de calidad y propicia la degradación de este geocomponente.

b.1.- Tasa de deforestación.

La tasa de deforestación es un indicador de presión sobre los recursos forestales y resulta un elemento esencial en la evaluación y diagnóstico del comportamiento de otras variables ambientales (clima, suelos, hidrología, entre otras) y socioeconómicas (crecimiento demográfico, densidad de población, actividades económicas, entre otras) asociadas. Por otro lado, señala una relación entre la masa forestal actual y la que debería existir de no presentarse cambios (D'Luna, 1995; Palacio-Prieto *et al.*, 2004).

La base cartográfica empleada para obtener el indicador comprende dos coberturas: uso del suelo y vegetación, editada por el INEGI (1987) y la cubierta vegetal (Fase I del Inventario Forestal Nacional, IFN-2000) editada por la SEMARNAP-UNAM; ambas a escala 1:250 000. Cabe señalar que para homogeneizar ambas coberturas, se trabajó con las formaciones vegetales más representativas en la zona de estudio (bosques de coníferas y latifoliadas, selva baja caducifolia).

El indicador se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$dn = [S2/S1]^{1/n} - 1$$

En donde:

dn = tasa de cambio (para expresar en %, hay que multiplicar por 100),

$S1$ = superficie en la fecha 1,

$S2$ = superficie en la fecha 2,

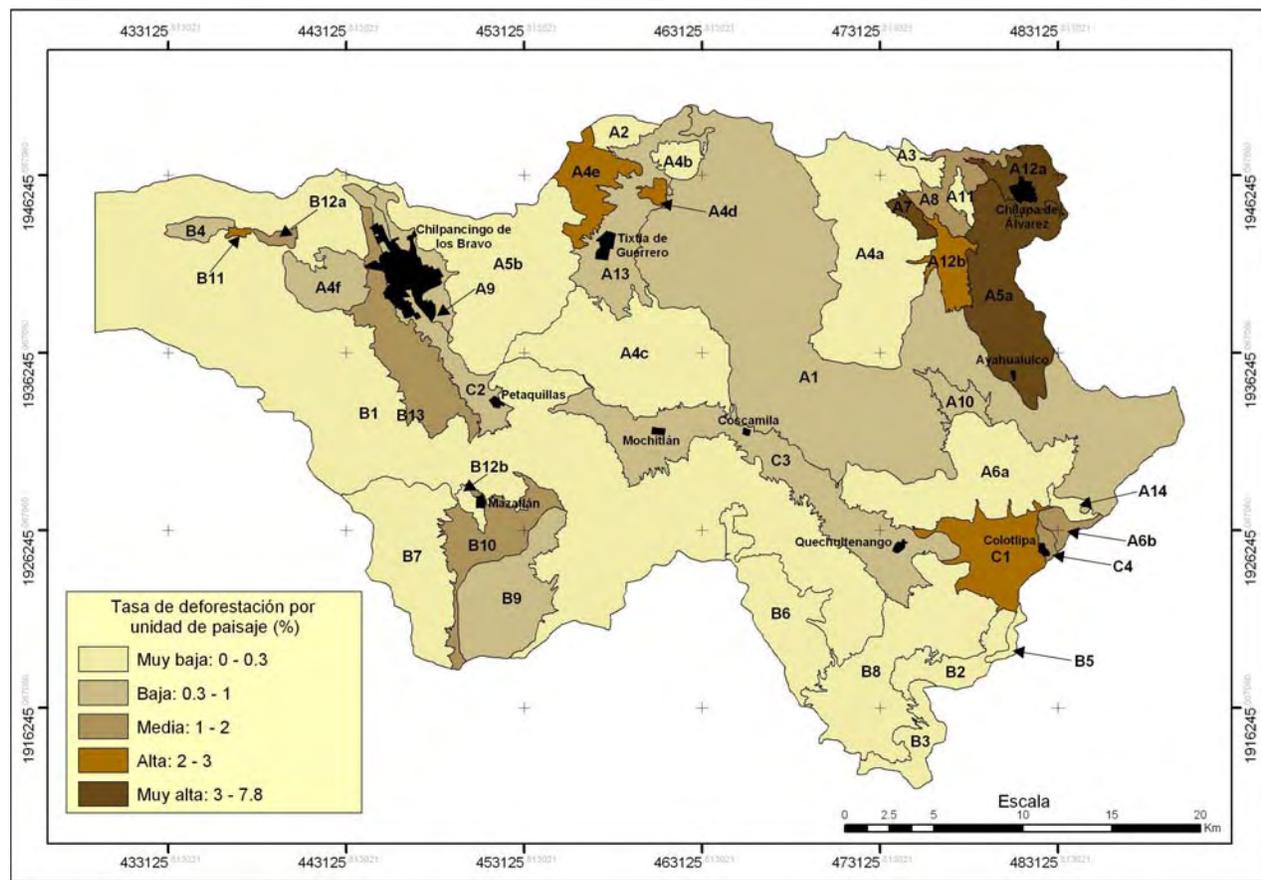
n = número de años entre las dos fechas.

Una vez aplicada la fórmula por unidad de paisaje, los resultados se clasifican de la siguiente manera (tabla III.4 y fig. III.4):

Tabla III.4: Valores de tasa de deforestación por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR (%)	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Muy baja	0.0 - 0.3	1	A1, A2, A3, A4a, A4b, A4c, A5b, A6a, A11, A14, B1, B2, B3, B5, B6, B7, B8, B12b, C2
Baja	0.3 - 1	2	A4f, A9, A10, A13, B4, B9, C3
Media	1 - 2	3	A6b, A8, B10, B12a, B13, C4
Alta	2 - 3	4	A4e, A4d, A12b, B11, C1
Muy alta	3 - 7.8	5	A5a, A12a, A7

Figura III.4: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de tasa de deforestación.



La mayor parte de los geocomplejos se ubican en las categorías de “muy baja” y “baja” tasa de deforestación, esto indica que no se ha ejercido presión sobre la vegetación que refleje la degradación de este componente, otros factores que favorecen este comportamiento son el relieve, al actuar como limitante para acceder al recurso y la nula o escasa presencia de asentamientos.

Los valores de “alta” y “muy alta” deforestación están asociados a comarcas cercanas a núcleos de población, esto aunado a condiciones del relieve así como la existencia de vías de comunicación, han facilitado la eliminación de la cobertura vegetal al ser utilizada como recurso y sustituida por otro tipo de uso.

b.2.- Relación Cobertura Natural/Cobertura Antrópica

Este indicador refiere la relación entre cubiertas del terreno naturales con respecto de las coberturas que resultan de la actividad humana. El indicador permite una primera aproximación al grado de impacto global, expresado a través de la relación cobertura natural/no natural, puede concebirse como un índice de antropización de las cubiertas del terreno (Palacio *et al.*, 2004).

La relación en superficie entre la cobertura natural y la antrópica, representa el grado de antropización del territorio, empleándose la cartografía de cubierta vegetal (Inventario Forestal Nacional, IFN-2000) editada por la SEMARNAP-UNAM, a escala 1:250,000. Las categorías quedan de la siguiente manera (tabla III.5 y fig. III.5):

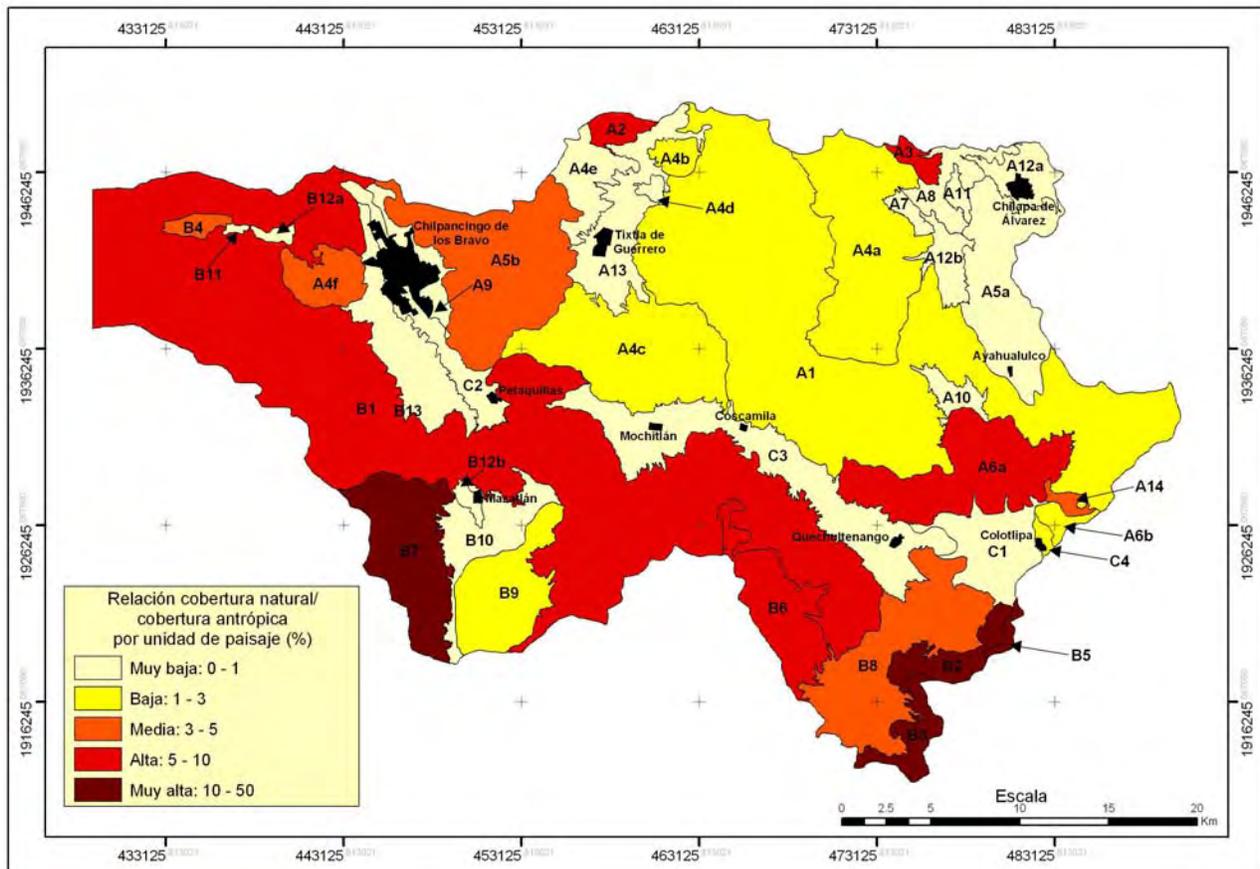
Tabla III.5: Valores de relación cobertura natural/cobertura antrópica por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR (%)	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Muy baja	0 - 1	1	A4d, A4e, A5a, A7, A8, A9, A10, A11, A12a, A12b, A13, B10, B11, B12a, B12b, B13, C1, C2, C3
Baja	1 - 3	2	A1, A4a, A4b, A4c, A6b, B9, C4
Media	3 - 5	3	A4f, A5b, A14, B4, B8
Alta	5 - 10	4	A2, A3, A6a, B1, B6
Muy alta	10 - 50	5	B2, B3, B5, B7

La antropización de los geocomplejos se debe a los procesos de ocupación del territorio e implementación de actividades económicas por parte de la población. Esta dinámica se caracteriza por la sucesión de eventos que parten del uso de la vegetación como recurso, asimismo, la pérdida de los sitios destinados para actividades agropecuarias y el crecimiento de los núcleos de población requiere de nuevos espacios, obtenidos a través de eliminar y/o sustituir la cobertura vegetal original.

Con base en lo anterior, las comarcas situadas en los rangos de “muy baja” y “baja” son resultado de una mayor presión por parte del subsistema antrópico; por otro lado, los valores de las unidades de paisaje en otras categorías obedecen a las características morfológicas, lo que favorece una mayor resistencia a los cambios generados por los procesos antrópicos.

Figura III.5: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador relación cobertura natural/cobertura antrópica.



b.3.- Fragmentación (Número, Densidad y Riqueza de Parches).

Entre los métodos más difundidos para el análisis de la estructura y dinámica del paisaje y que se aplica tanto a los hábitats como a las poblaciones es el de la fragmentación, la cual de acuerdo con (Burel y Braudy, 2002; en Mendoza, 2004) se define como: *“un proceso dinámico de reducción de la superficie de un hábitat y su separación en varios fragmentos, con consecuencias sobre la estructura y funcionalidad del sistema ambiental en su conjunto”*.

Este análisis emplea propuestas desarrolladas en la Ecología de Paisaje, las cuales arrojan elementos para el análisis del paisaje considerado como un sistema territorial complejo y compuesto por un conjunto de paisajes menores o “parches” funcionales, que interactúan todo el tiempo y de cuyas relaciones depende la dinámica del paisaje. Los parches se definen por una comunidad vegetal que aprovecha los recursos geomorfológicos y climáticos, además de responder a un mismo tipo de perturbación (Farina, 1996; Froman y Godron, 1986; Durán *et al.*, 2002, en Mendoza, 2004).

Una de las unidades de análisis de esta metodología son los “parches”, definidas como áreas homogéneas, que difieren de la superficie que los rodea en contenido, apariencia, tamaño, forma, origen, etc. Pueden también definirse como una combinación particular de especies, tanto vegetales como animales, así como por la ausencia casi absoluta de cualquier forma de vida, como en el caso de una duna en un desierto arenoso. Los parches se clasifican en tres tipos: el primero corresponde a los naturales como resultado de la fragmentación de ecosistemas; los parches introducidos son aquellos que se derivan de las actividades humanas; por último están los parches que se forman, porque cuentan con una mayor disposición de recursos que el área que los rodea (Burel y Braudy, 2002; en Mendoza, 2004).

Otros conceptos usados en la fragmentación son: corredores considerados como áreas estáticas y de morfología alargada, que se conectan con otras áreas (parches y matriz); la

matriz es el tipo de parche dominante y que tiene mayor conexión con el resto de las unidades, por lo que juega un papel predominante en la dinámica y la función del paisaje.

Para evaluar los niveles de fragmentación, en el área de estudio se tomó como base la cartografía de cubierta vegetal (Inventario Forestal Nacional, IFN-2000), editada por la SEMARNAP-UNAM, a escala 1:250 000, así como el uso del programa *Fragstats*, el cual arroja distintas métricas en función de la información y objetivos que se persiguen.

En este trabajo, el análisis de fragmentación se concentra en la estructura de la cobertura vegetal y la forma en que ha sido fraccionada por causa de las actividades antrópicas, que deriva en la degradación de este geocomponente. Ante la diversidad de datos que se obtienen en el *Fragstats*, se seleccionaron tres indicadores para evaluar la degradación: número de parches, densidad de parches y riqueza de parches.

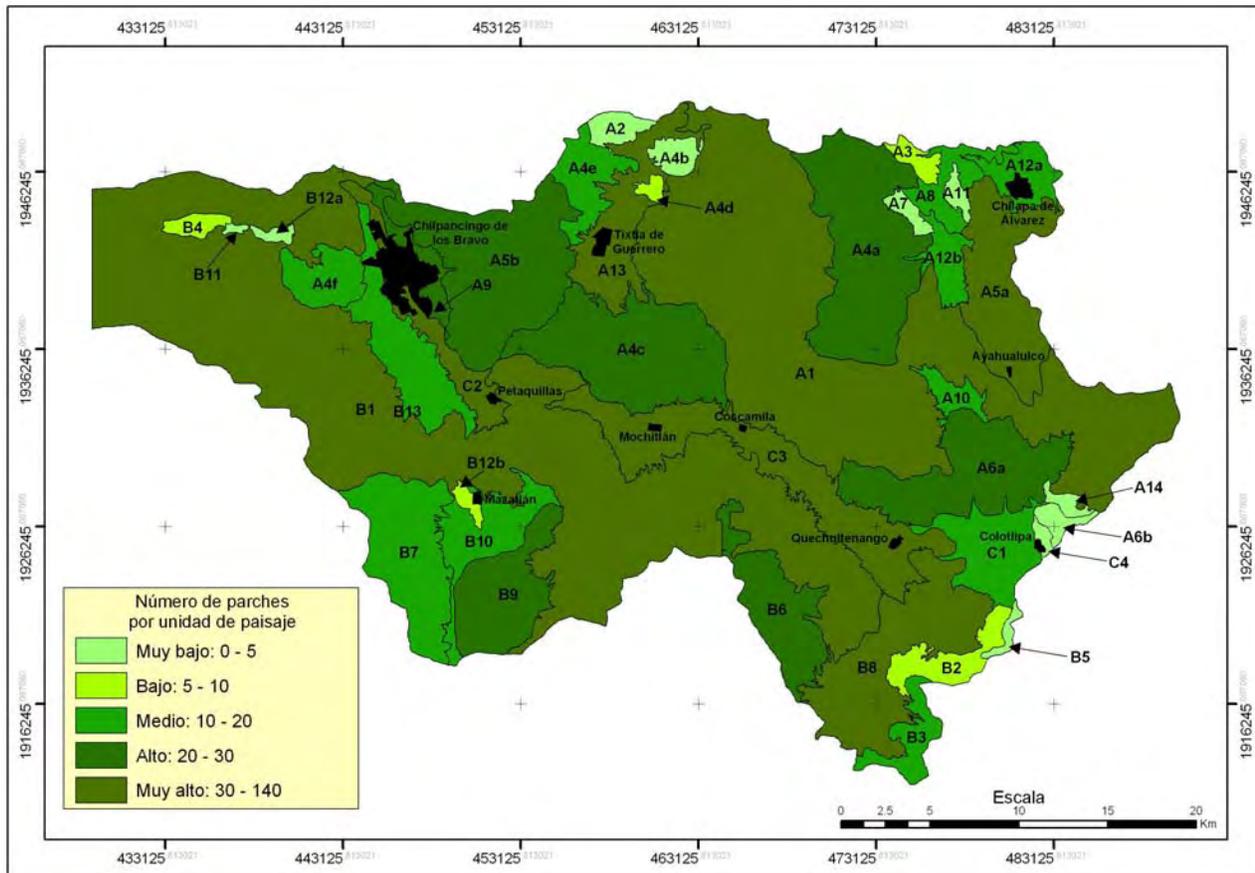
a) Número de Parches.

Se refiere a la totalidad de fragmentos que existen al interior de cada unidad de paisaje, toma en cuenta los correspondientes a vegetación natural, así como los que representan alguna actividad de carácter antrópico. Los resultados se muestran en la tabla III.6 y figura. III.6:

Tabla III.6: Número de parches por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Muy bajo	0 - 5	1	A2, A4b, A6b, A7, A11, A14, B5, B11, B12a, C4
Bajo	5 - 10	2	A3, A4d, B2, B4, B12b
Medio	10 - 20	3	A4e, A4f, A8, A10, A12a, A12b, B3, B7, B10, B13, C1
Alto	20 -30	4	A4a, A4c, A5b, A6a, A9, B6, B9
Muy alto	30 - 140	5	A1, A5a, A13, B1, B8, C2, C3

Figura III.6: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de número de parches.



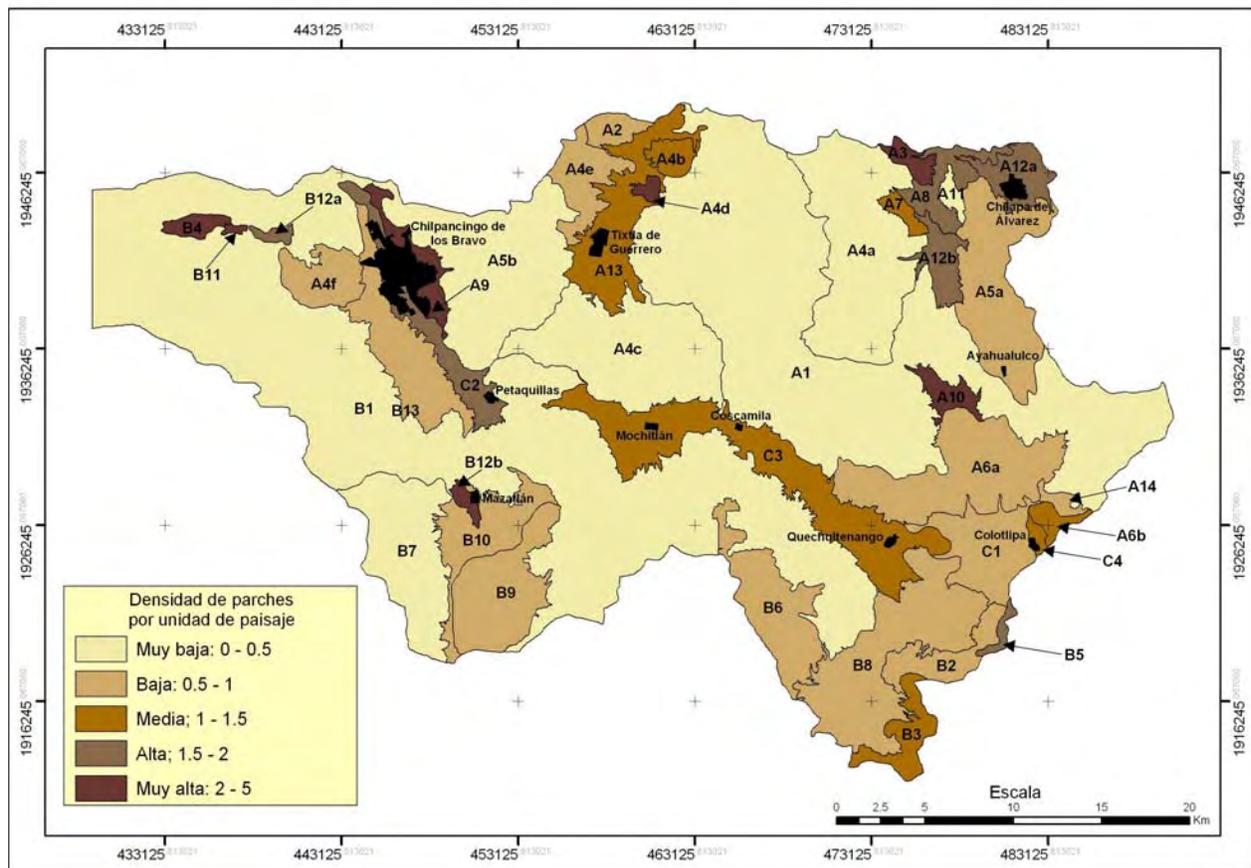
b) Densidad de Parches.

Equivale al número de fragmentos con relación a la superficie de cada unidad de paisaje. Al igual que el indicador anterior, toma en cuenta los correspondientes a vegetación natural, así como los que representan alguna actividad de carácter antrópico. Las categorías quedan de la siguiente manera (tabla III.7 y fig. III.7):

Tabla III.7: Densidad de parches por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR (número de parches/Km ²)	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Muy baja	0 - 0.5	1	A1, A4a, A4c, A5b, A11, B1, B7
Baja	0.5 - 1	2	A2, A4e, A4f, A5a, A6a, A14, B2, B6, B8, B9, B10, B13, C1
Media	1 - 1.5	3	A4b, A6b, A7, A13, B3, C3, C4
Alta	1.5 - 2	4	A8, A12a, A12b, B5, B12a, C2
Muy alta	2 - 5	5	A3, A4d, A9, A10, B4, B11, B12b

Figura III.7: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de densidad de parches.



c) Riqueza de Parches.

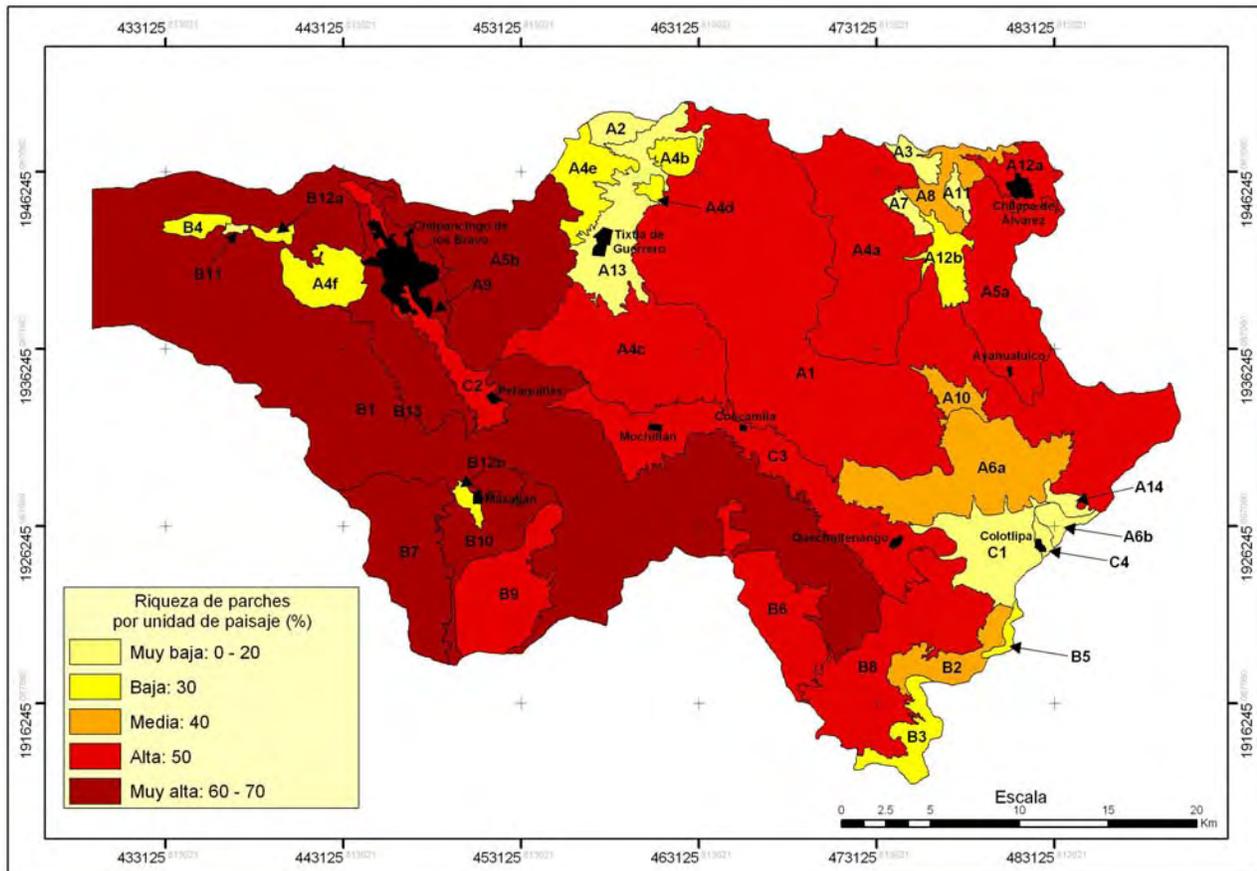
Corresponde al número de diferentes tipos de parches al interior de cada unidad de paisaje expresado en porcentaje. Los resultados se muestran a continuación (tabla III.8 y fig. III.8):

Tabla III.8: Riqueza de parches por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR (%)	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Muy baja	0 - 20	1	A2, A3, A6b, A7, A11, A13, A14, B11, C1, C4
Baja	30	2	A4b, A4d, A4e, A4f, A12b, B3, B4, B5, B12a, B12b
Media	40	3	A6a, A8, A10, B2
Alta	50	4	A1, A4a, A4c, A5a, A12a, B6, B8, B9, C2, C3
Muy alta	60 - 70	5	A5b, A9, B1, B7, B10, B13

Figura III.8: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo

con el indicador de riqueza de parches.



La interpretación de estos indicadores se basa en que a mayor número, densidad y riqueza de parches es mayor la fragmentación y, por consiguiente, se consideran unidades degradadas; sin embargo, es importante tener en cuenta factores como la extensión del geocomplejo y la tipología de los parches.

No obstante, al perderse la continuidad de las comunidades vegetales y formación de fragmentos de carácter antrópico, representados por las áreas destinadas a actividades agropecuarias y asentamientos, se establece que de continuar con este comportamiento, las unidades de paisaje están sujetas a degradación.

c) Indicadores de carácter socioeconómico.

Se toma como base los procesos sociales y las formas de uso de suelo representadas por las actividades económicas, que generan modificaciones sobre el paisaje e influyen en la

degradación del mismo, producto de los aspectos estructurales de la sociedad y la evolución histórica, que deriva en procesos de utilización de suelo que no cubren la totalidad de las necesidades y, por otro lado, alteran la dinámica y el funcionamiento del paisaje.

c.1.- Extensión de la Frontera Agrícola.

Este indicador se refiere al porcentaje que ocupa la actividad agrícola en cada unidad de paisaje. Es una expresión específica de la presión de las actividades agropecuarias sobre coberturas de terreno naturales (bosques y matorrales, entre otras) y permite la detección espacial de áreas particularmente dinámicas que reflejan cambio de cobertura natural (Palacio *et al.*, 2004).

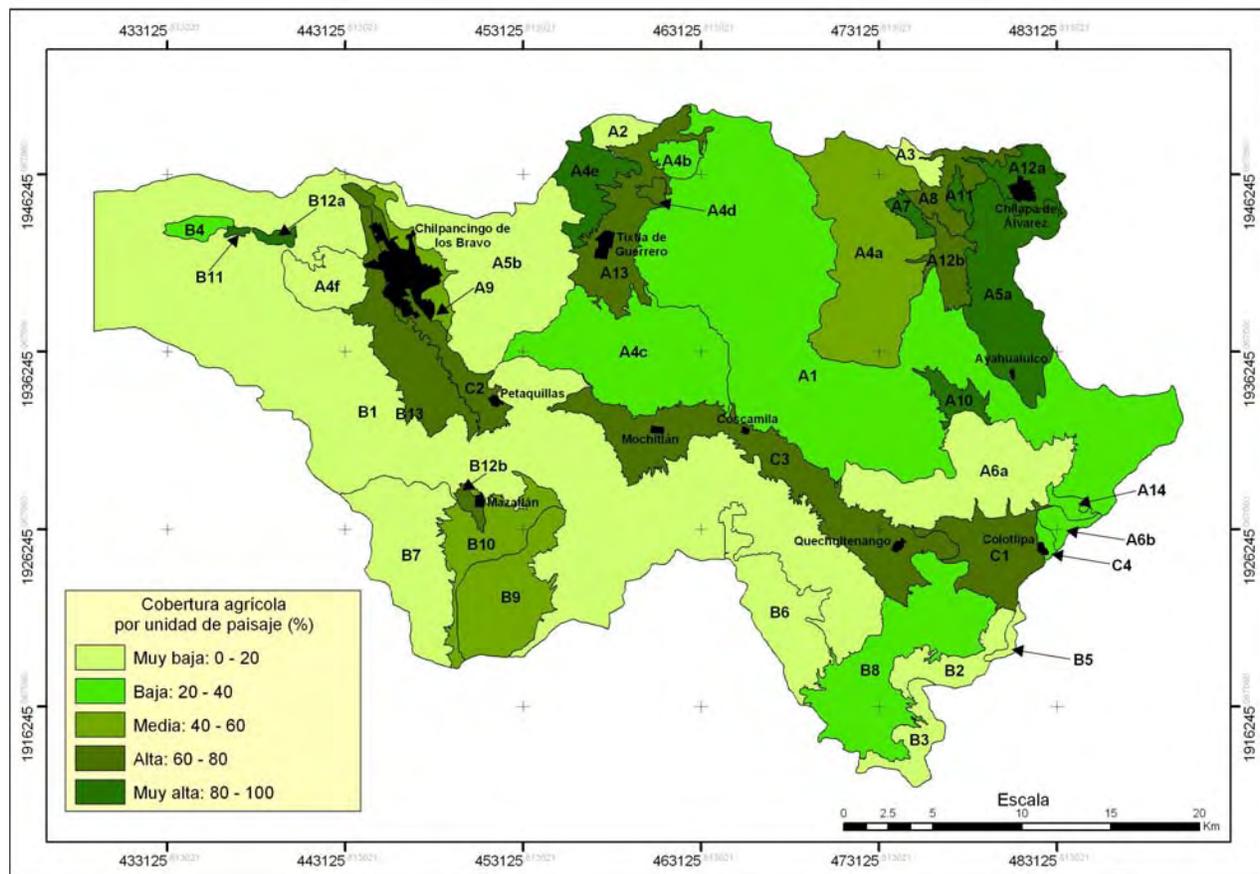
La base cartográfica con la que se obtuvo el indicador corresponde a la de vegetación y uso de suelo del Inventario Nacional Forestal del año 2000, la aplicación del indicador arrojó los datos que se muestran en la tabla III.9 y figura III.9:

Tabla III.9: Valores de cobertura agrícola por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR (%)	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Muy baja	0 - 20	1	A3, A4, A4f, A5b, A6a, B1, B2, B3, B5, B6, B7
Baja	20 - 40	2	A1, A4b, A4c, A6b, A14, B4, B8, C4
Media	40 - 60	3	A4a, A9, B9, B10
Alta	60 - 80	4	A4d, A8, A12b, A13, B12b, B13, C1, C2, C3
Muy alta	80 - 100	5	A4e, A5a, , A7, A10, A11, A12a, B11, B12a

Figura III.9: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo

con el indicador de cobertura agrícola.



El relieve es uno de los principales factores que condicionan la presencia de agricultura en los geocomplejos, al convertirse en una limitante para el desarrollo de esta actividad debido a la inaccesibilidad y no tener aptitud. Por tal motivo, las categorías de “muy baja” y “baja” cobertura agrícola están asociadas a las comarcas delimitadas por montañas, por otra parte, las comarcas emplazadas en lomeríos y planicies se encuentran en los rangos de “alta” y “muy alta” cobertura agrícola.

Cabe señalar, que debido a los patrones de uso de suelo que se presentan en la zona de estudio, así como las condiciones socioeconómicas que predominan en gran parte del área, existe una constante apertura de nuevos espacios no aptos para la agricultura, que

de manera gradual sustituyen la cobertura natural, propician procesos erosivos y los rendimientos no satisfacen las necesidades de la población.

c.2.- Distribución espacial de asentamientos.

Estima qué tan concentrado se encuentra el sistema de asentamientos y cuál es su tendencia. Para ello, se utiliza el *índice de Clark-Evans* (índice R_n), el cual informa sobre la relación que existe entre el número de ciudades (sin importar su tamaño) y la distancia que hay entre ellas, es decir, es una medida de la *distribución espacial de los asentamientos* (Palacio *et al.*, 2004).

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$R_n = 2d \sqrt{\frac{N}{S}}$$

En donde:

$2d$ = distancia promedio de cada asentamiento con respecto al más próximo.

S = superficie del municipio.

N = número de localidades.

El resultado oscila entre 0 y 2.15. En el primer caso, se trata de un sistema totalmente concentrado en un solo punto, mientras que el valor máximo que el índice puede adoptar (2.15) indica una distribución totalmente uniforme; ambos casos son evidentemente ideales. Lo más común es un valor intermedio, cuando éste es cercano al 1, indica una distribución *aleatoria* pero no concentrada ni uniforme; si se acerca a 0, tiende a la concentración; si se acerca a 2.15, tiende a la homogeneidad (*Ibid*).

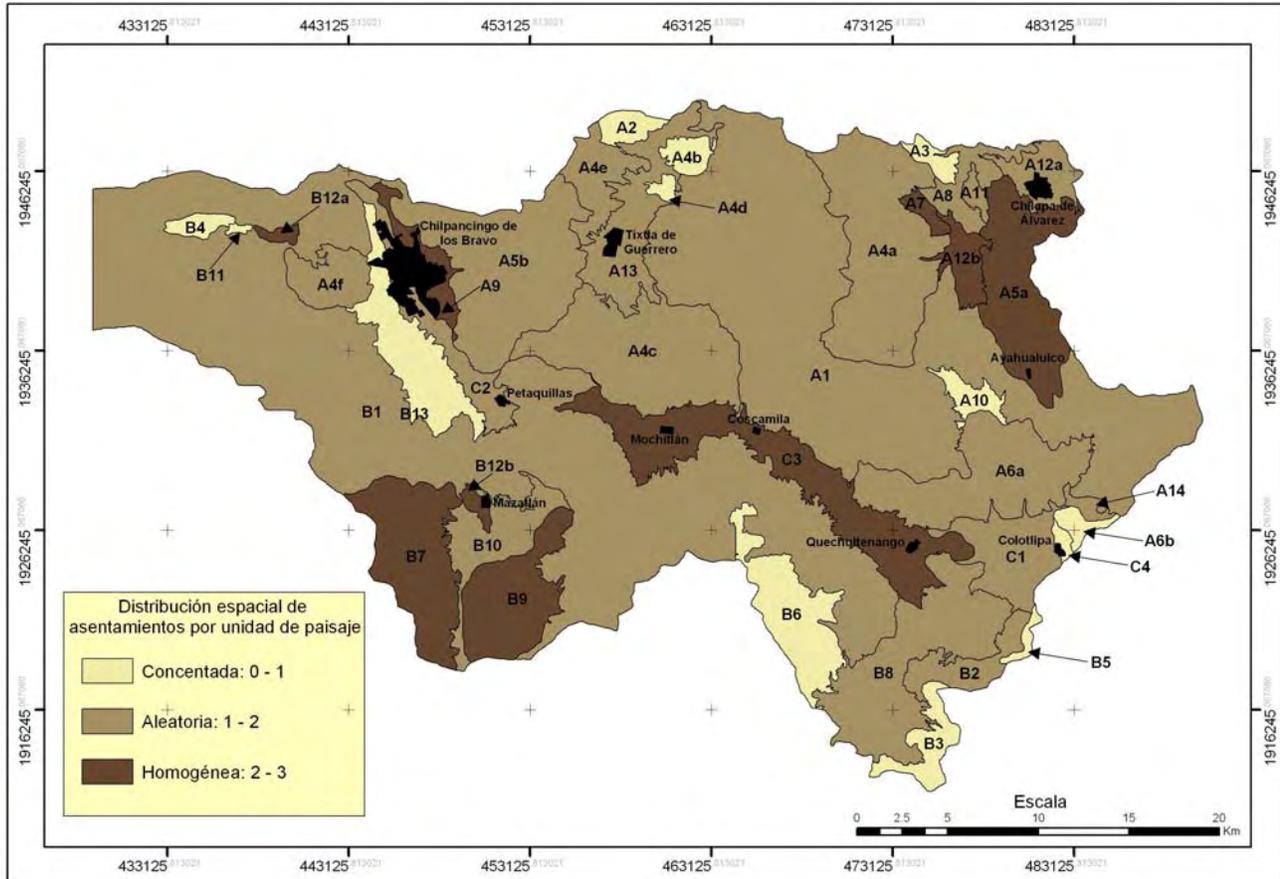
La interpretación descansa en el supuesto de que los sistemas urbanos más adecuados para el desarrollo económico y con menor afectación al paisaje, son aquellos que tienden a adoptar una distribución uniforme u homogénea en el territorio. Los resultados en la zona de estudio se presentan en la tabla III.10 y figura III.10:

Tabla III.10: Valores de distribución espacial de asentamientos por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Concentrado	0 – 1.0	1	A2, A3, A4b, A4d, A6b, A10, B3, B4, B5, B6, B11, B13, C4
Aleatoria	1.1 – 2.0	2	A1, A4a, A4c, A4e, A4f, A5b, A6a, A8, A11, A12a, A13, A14, B1, B2, B8, B10,

			C1, C2
Homogéneo	2.1 – 3.0	3	A5a, A7, A9, A12b, B7, B9, B12a, B12b, C3

Figura III.10: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de distribución espacial de asentamientos.



La tabla anterior establece que en la mayoría de las unidades de paisaje la distribución de los asentamientos es de tipo aleatoria condicionada por factores como el relieve, la superficie ocupada por otro tipo de uso y el acceso a los recursos. Como se ha mencionado, este tipo de distribución genera mayor degradación en el paisaje, debido a que cada área urbana o rural se desarrolla de manera independiente al resto, lo que ocasiona que el uso de los recursos de manera óptima o de forma desfavorable, se realice en distintos puntos al interior del geocomplejo.

Las unidades que están en las dos categorías restantes, se acercan a los valores ideales que marca el indicador, no obstante, obedece a factores como la ausencia de

asentamientos en áreas inaccesibles o espacios destinados para otros usos, por lo que el cambio en la dinámica del paisaje se realiza en menor medida.

c.3.- Densidad de vías de comunicación.

El trazo de las vías para automotores, puede definir distintos niveles de articulación territorial a escala local, municipal, estatal, regional o mundial. En el actual contexto de los espacios o redes de flujos se distingue, por supuesto, la organización y funcionalidad de los principales corredores para el tráfico de pasajeros y mercancías y los vínculos urbano-regionales entre distintos territorios (Palacio *et al.*, 2004).

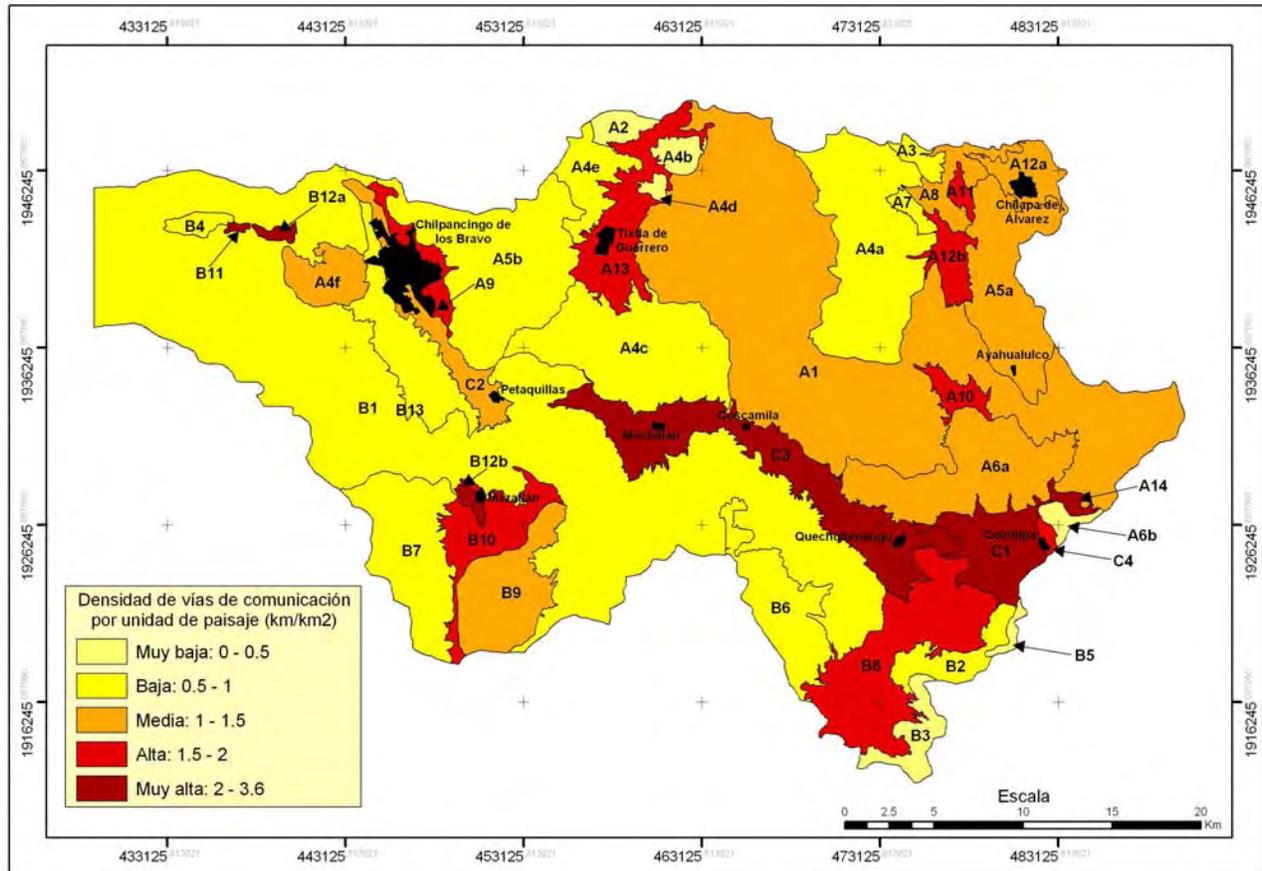
Asimismo, las modificaciones de estas obras en el paisaje son variables y están en función de las características de cada vía de comunicación, en forma general, las principales afectaciones son: desestabilización de laderas susceptibles a dinámica de remoción en masa, interrupción de los procesos ecológicos, que se convierten en fuente de contaminación por desechos sólidos, además de que facilitan la accesibilidad.

Los valores se obtuvieron a partir de la longitud de las vías de comunicación (carreteras, brechas y terracerías), en relación a la superficie de cada unidad de paisaje, los resultados se muestran en la siguiente tabla y en la figura III.11:

Tabla III.11: Valores de densidad de vías de comunicación por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR (km/km²)	PONDERACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
Muy baja	0 - 0.5	1	A2, A4b, A4d, A6b, B3, B5
Baja	0.5 – 1.0	2	A7, A4a, A4c, A4e, A5b, A7, B1, B2, B4, B6, B7, B13
Media	1.0 – 1.5	3	A1,A4f, A5a, A6a, A8, A12a, B9, C2
Alta	1.5 – 2.0	4	A9, A10, A11, A13, B8, B10, C4
Muy alta	2.0 – 3.6	5	A12b, A14, B11, B12a, B12b, C1, C3

Figura III.11: Clasificación de las unidades de paisaje de acuerdo con el indicador de densidad de vías de comunicación.



La densidad de vías de comunicación responde a componentes del paisaje como el relieve y la presencia de asentamientos. El primero actúa como limitante para el establecimiento de localidades, debido a que no son aptos para tal fin, asimismo ante la ausencia de asentamientos la creación de vías de comunicación no es necesaria.

Con base en lo anterior, las categorías de “muy baja” y “baja” densidad de vías de comunicación, corresponden en su mayoría, a unidades montañosas; las planicies y los lomeríos presentan valores de “alta” y “muy alta” densidad.

III.2.- Degradación del paisaje.

En la evaluación de la degradación del paisaje se utilizan diferentes enfoques, entre los más utilizados están:

- El enfoque ecologista.
- El enfoque geoecológico.

El primero utiliza como base o plataforma para el estudio el ecosistema, mientras que el enfoque geoecológico utiliza como plataforma de los análisis al paisaje o geosistema. El presente trabajo retoma el enfoque geoecológico como base para estudiar la degradación de los geocomplejos, como resultado de los procesos naturales y de la influencia antrópica.

El enfoque geoecológico se fundamenta en la extensa historia de desarrollo teórico-metodológico de la Geoecología; y en el considerable número de investigaciones realizadas bajo este enfoque, que con una visión integradora, holística del medio, permite el análisis y la toma de decisiones de carácter espacial, contribuyendo a una adecuada gestión ambiental de los territorios (Salinas, 1997).

La Geoecología se concibe como una base para el ordenamiento territorial y la planificación ambiental y se fundamenta sobre un sistema de medidas, procedimientos y técnicas de investigación (Prebrazhensky, 1989; en Quintela, 1996).

Con la concepción sistémica del paisaje, el estado de degradación está relacionado con el empobrecimiento cuantitativo y cualitativo del mismo, ya sea en uno o varios de los geocomponentes. Esta pérdida es resultado de acciones antrópicas directas sobre el paisaje o de la aparición de un conjunto de procesos de degradación, que pueden ser de origen natural (deslizamientos, volcanes, terremotos, erosión) o producto de la influencia directa o indirecta del hombre sobre los componentes naturales.

Esta dinámica genera problemas geoecológicos definidos por Mateo (1991), como: la colección de defectos de racionalidad, de procesos que desarticulan la estructura y funcionamiento de los paisajes que ocasiona dificultades en el cumplimiento de las

funciones socioeconómicas y deficiencias generales de sustentabilidad en los grupos sociales. Existen tres categorías de problemas geocológicos:

1.- Problemas de la gestión de recursos: Pérdida de potenciales naturales, hábitats ecológicos y biodiversidad degradación de los suelos (erosión, quimización, salinización, acidez); deterioro de los recursos hídricos (agua subterránea y superficiales; aumento de inundaciones, salinización de las aguas); de los recursos costeros y litorales (erosión y abrasión de las playas y litorales, alteraciones en la dinámica litoral).

2.- Problemas de calidad ambiental: impacto ambiental de actividades mineras, deterioro ambiental urbano (expansionismo, homogeneización, pérdida de calidad higiénico - sanitaria, pérdida de áreas verdes y naturales); contaminación del medio, deterioro de los recursos estético- escénicos.

3.- Problemas de la integridad del geosistema: alteración de la estructura territorial, desarticulación de la funcionalidad del geosistema, imposibilidad de cumplir las funciones ambientales a escala regional e interregional, disrupciones de la estructura que garantiza el cambio secuencial de los estadios de desarrollo, influencia negativa en la dinámica y funcionamiento de regiones y territorios circundantes.

Los trabajos relacionados con el estudio del estado de degradación de los paisajes se apoyan en: la observación de los procesos de degradación a partir de la identificación de problemas ambientales y en el cálculo de indicadores como métodos principales para evaluar el estado; la relación entre el potencial natural y el uso predominante y se comparan estos resultados con el grado de sensibilidad de los paisajes; evaluación del estado de degradación de los paisajes, considerando solamente los aspectos estéticos del mismo, a partir de medir la calidad visual.

Cabe señalar, que estas formas de estudiar el estado de degradación de los paisajes han representado un aporte importante al conocimiento de esta problemática en los territorios estudiados, en ocasiones existen altos niveles de subjetividad sobre todo en la determinación del área de manifestación de los procesos de degradación dentro de cada

unidad de paisajes, recurriendo en ocasiones a métodos que se apoyan en la observación y que consideran, en mayor medida, los aspectos cualitativos del paisaje.

A partir de la utilización del enfoque geoecológico, se evalúa el estado actual del paisaje mediante la aplicación de indicadores en los 3 subsistemas, asimismo, la información obtenida es respaldada por observaciones realizadas en trabajo de campo, con la finalidad de identificar el origen y las características de las presiones que modifican la estructura y dinámica del paisaje y la consecuente degradación.

III.2.1.- Análisis cluster.

Dentro de las diferentes técnicas empleadas en estudios geográficos, las desarrolladas por la estadística multivariada no constituyen aún parte importante en el proceso metodológico establecido para las distintas investigaciones. Este tipo de técnicas tienen como objetivos interpretar y visualizar conjuntos grandes de datos (tanto en individuos como en variables), a partir de su simplificación o reducción; asimismo encuentran relaciones entre variables, entre individuos y entre ambos.

Al considerar los objetivos que persigue la estadística multivariada, se hace evidente la utilidad de estas técnicas en la disciplina geográfica, lo anterior debido a la necesidad de disminuir, en algunos casos, el número de objetos y casos de estudio lo que permite un mejor manejo de la información.

Por otra parte, el encontrar relaciones entre variables mediante la aplicación de este tipo de técnicas, contribuye al análisis y explicación del problema a estudiar, por lo que también ayuda en la comprensión de las interrelaciones de carácter espacial, objetivo principal en los estudios de índole geográfica.

Con base en lo anterior, en el presente trabajo se aplica el análisis estadístico multivariado clúster. El universo de datos está constituido por los obtenidos a partir de la aplicación de los indicadores en las unidades de paisaje, los cuales constituyen la matriz a emplear en el análisis (ver tabla 20).

Mediante este procedimiento se definieron grupos que representan las categorías establecidas para clasificar las unidades de paisaje de acuerdo al grado de degradación, esta clasificación está relacionada con la similitud y/o diferencia de los valores obtenidos. Por otra parte, el análisis cuantitativo complementa la explicación de las causas que influyen en la degradación de los geocomplejos.

Tabla III.12: Matriz obtenida a partir de la aplicación de los indicadores en las unidades de paisaje.

UNIDAD DE PAISAJE	COMPONENTE ABIÓTICO				COMPONENTE BIÓTICO				COMPONENTE ANTRÓPICO			
	EROSIÓN LAMINAR (t/ha/a)	RELACIÓN DE BIFURCACIÓN	DENSIDAD DE DISECCIÓN (km/km ²)	TASA DE DEFORESTACIÓN (%)	RELACIÓN COBERTURA NATURAL/ ANTRÓPICA	FRAGMENTACIÓN			COBERTURA AGROPASTORIL (%)	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ASENTAMIENTOS	DENSIDAD VIAS DE COMUNICACIÓN (Km/Km ²)	
						NÚMERO DE PARCHES	DENSIDAD DE PARCHES	RIQUEZA DE PARCHES (%)				
A01	102.66	5.5	3.0	0.3	2.7	69	0.29	50.0	27.06	1.4	1.11	
A02	68.97	4.6	2.7	0.3	5.6	4	0.79	20.0	15.25	0.0	0.03	
A03	82.96	6.6	3.2	0.3	6.5	10	2.56	20.0	13.33	0.0	0.63	
A04a	86.03	5.0	4.2	0.2	1.5	24	0.39	50.0	40.51	1.5	0.90	
A04b	42.72	5.6	2.5	0.1	1.5	5	1.03	30.0	39.22	0.0	0.26	
A04c	161.98	4.2	2.6	0.1	2.3	23	0.41	50.0	30.01	1.6	0.55	
A04d	63.24	0.0	2.1	2.1	0.3	8	4.78	30.0	77.25	0.0	0.43	
A04e	135.68	4.8	3.6	2.1	0.1	12	0.85	30.0	92.80	1.8	0.63	
A04f	89.09	9.0	2.4	0.4	4.6	11	0.85	30.0	17.86	1.8	1.08	
A05a	117.71	5.3	3.8	4.2	0.1	33	0.82	50.0	94.72	2.1	1.15	
A05b	49.56	4.9	3.6	0.2	4.1	22	0.35	60.0	19.49	1.7	0.62	
A06a	106.72	5.8	2.8	0.2	8.4	27	0.59	40.0	10.67	1.5	1.13	
A06b	216.87	6.3	2.1	1.4	2.7	4	1.17	20.0	27.19	0.0	0.14	
A07	205.20	4.9	5.5	3.8	0.1	3	1.05	20.0	91.61	2.2	0.91	
A08	92.56	5.8	3.2	1.3	0.6	17	1.75	40.0	64.46	1.3	1.18	
A09	5.35	7.6	2.8	0.5	0.3	21	2.08	70.0	50.20	2.3	1.58	
A10	12.23	4.0	4.7	0.8	0.2	15	2.70	40.0	84.35	0.7	1.67	
A11	9.88	4.3	4.2	0.0	0.0	1	0.42	10.0	100.00	1.8	1.64	
A12a	5.84	4.2	3.9	7.8	0.0	18	1.65	50.0	88.21	1.9	1.46	
A12b	4.57	4.4	4.6	2.5	0.3	14	1.63	30.0	74.27	2.2	2.08	
A13	7.31	6.3	3.1	0.9	0.2	34	1.20	20.0	75.18	1.6	1.54	

Tabla III.12: Matriz obtenida a partir de la aplicación de los indicadores en las unidades de paisaje (continuación).

UNIDAD DE PAISAJE	COMPONENTE ABIÓTICO				COMPONENTE BIÓTICO				COMPONENTE ANTRÓPICO			
	EROSIÓN LAMINAR (t/ha/a)	RELACIÓN DE BIFURCACIÓN	DENSIDAD DE DISECCIÓN (km/km ²)	TASA DE DEFORESTACIÓN (%)	RELACIÓN COBERTURA NATURAL/ ANTRÓPICA	FRAGMENTACIÓN			COBERTURA AGROPASTORIL (%)	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ASENTAMIENTOS	DENSIDAD VIAS DE COMUNICACIÓN (Km/Km ²)	
						NÚMERO DE PARCHES	DENSIDAD DE PARCHES	RIQUEZA DE PARCHES (%)				
A14	4.61	5.2	5.2	0.2	3.7	2	0.84	20.0	21.43	1.5	3.10	
B01	38.69	7.2	2.9	0.0	6.2	140	0.41	70.0	13.81	1.3	0.53	
B02	57.13	5.4	2.8	0.1	28.9	9	0.75	40.0	3.34	1.3	0.73	
B03	35.36	6.5	4.1	0.2	13.8	15	1.14	30.0	6.78	0.0	0.25	
B04	122.66	6.8	4.8	0.9	3.4	8	2.21	30.0	22.93	0.0	0.84	
B05	40.21	4.0	2.6	0.2	46.0	3	1.60	30.0	2.13	0.0	0.00	
B06	26.16	6.2	3.8	0.3	5.2	22	0.82	50.0	16.06	0.8	0.81	
B07	30.60	4.4	3.8	0.2	19.8	15	0.39	60.0	4.80	2.3	0.54	
B08	49.09	4.2	3.1	0.1	4.0	44	0.86	50.0	20.14	2.0	2.00	
B09	38.91	3.4	3.1	0.6	1.3	25	0.87	50.0	42.83	3.0	1.15	
B10	92.13	4.8	3.3	1.1	0.6	19	0.94	60.0	59.55	1.1	1.53	
B11	5.43	3.2	4.7	2.9	0.2	2	3.29	20.0	81.97	0.0	2.52	
B12a	18.45	16.0	4.6	2.0	0.2	3	1.80	30.0	81.33	2.4	2.34	
B12b	20.34	3.5	3.6	0.0	0.0	7	3.47	30.0	78.61	2.2	3.53	
B13	10.41	5.1	2.9	1.4	0.3	19	0.68	60.0	77.57	1.0	0.88	
C1	13.52	4.5	2.9	2.8	0.4	17	0.77	20.0	73.83	1.5	2.67	
C2	9.28	11.5	3.5	0.3	0.1	31	1.63	50.0	74.84	1.7	1.40	
C3	6.52	4.3	3.5	0.9	0.3	76	1.37	50.0	77.30	2.3	2.72	
C4	7.21	3.9	4.5	1.1	1.5	2	1.27	20.0	39.49	0.0	1.80	

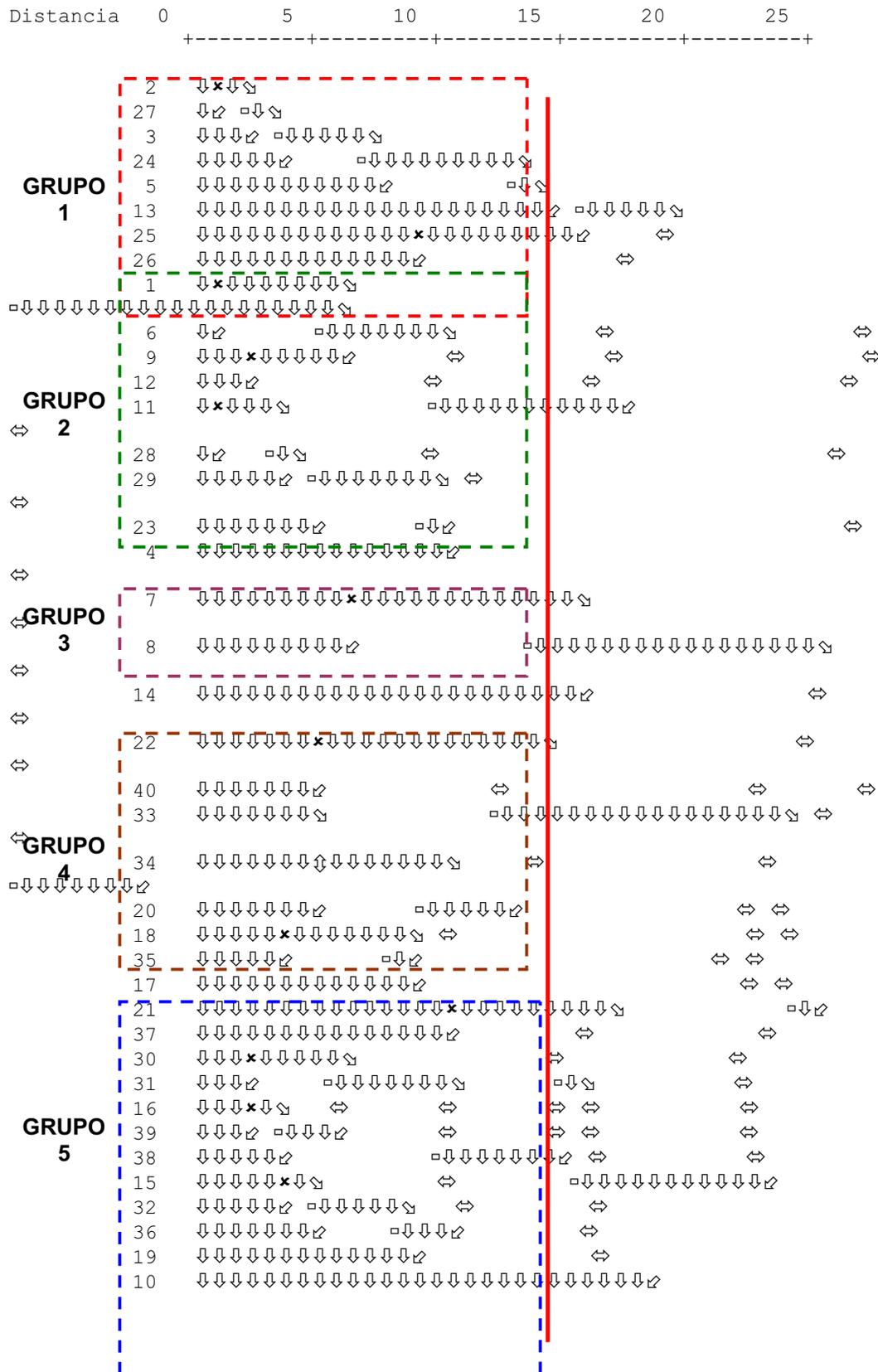
Para definir los grupos se incorporó la matriz al software *SPSS versión 12.0*, el cual consta de un módulo para llevar a cabo este proceso. Cabe señalar, que a los datos empleados en la matriz se les designó una ponderación, con el fin de unificar las medidas de los indicadores y otorgar mayor énfasis en las variables. La matriz ponderada se muestra a continuación:

Tabla III.13: Matriz ponderada con base en los indicadores en las unidades de paisaje.

UNIDAD DE PAISAJE	EL*	RB*	DD*	TD*	RCNA*	NP*	DP*	RP*	CA*	DEA*	DVC*
A01	4	3	1	1	2	5	1	4	2	2	3
A02	3	2	1	1	4	1	2	1	1	1	1
A03	3	3	2	1	4	2	5	1	1	1	2
A04A	3	2	4	1	2	4	1	4	3	2	2
A04B	2	3	1	1	2	1	3	2	2	1	1
A04C	4	2	1	1	2	4	1	4	2	2	2
A04D	3	1	1	4	1	2	5	2	4	1	1
A04E	4	2	3	4	1	3	2	2	5	2	2
A04F	3	3	1	2	3	3	2	2	1	2	3
A05A	4	3	3	5	1	5	2	4	5	3	3
A05B	2	2	3	1	3	4	1	5	1	2	2
A06A	4	3	1	1	4	4	2	3	1	2	3
A06B	5	3	1	3	2	1	3	1	2	1	1
A07	5	2	5	5	1	1	3	1	5	3	2
A08	3	3	2	3	1	3	4	3	4	2	3
A09	1	3	1	2	1	4	5	5	3	3	4
A10	2	2	5	2	1	3	5	3	5	1	4
A11	1	2	4	1	1	1	1	1	5	2	4
A12A	1	2	3	5	1	3	4	4	5	2	3
A12B	1	2	5	4	1	3	4	2	4	3	5
A13	1	3	2	2	1	5	3	1	4	2	4
A14	1	3	5	1	3	1	2	1	2	2	5
B01	2	3	1	1	4	5	1	5	1	2	2
B02	3	3	1	1	5	2	2	3	1	2	2
B03	2	3	4	1	5	3	3	2	1	1	1
B04	4	3	5	2	3	2	5	2	2	1	2
B05	2	2	1	1	5	1	4	2	1	1	1
B06	2	3	3	1	4	4	2	4	1	1	2
B07	2	2	3	1	5	3	1	5	1	3	2
B08	2	2	2	1	3	5	2	4	2	2	4
B09	2	2	2	2	2	4	2	4	3	3	3
B10	3	2	2	3	1	3	2	5	3	2	4
B11	1	2	5	4	1	1	5	1	5	1	5
B12A	2	3	5	3	1	1	4	2	5	3	5
B12B	2	2	3	1	1	2	5	2	4	3	5
B13	2	3	1	3	1	3	2	5	4	1	2
C01	3	2	1	4	1	3	2	1	4	2	5
C02	1	3	2	1	1	5	4	4	4	2	3
C03	1	2	2	2	1	5	3	4	4	3	5
C04	1	2	4	3	2	1	3	1	2	1	4

* EL: Erosión Laminar; RB: Relación de Bifurcación; DD: Densidad de Disección; TD: Tasa de Deforestación; RCNA: Relación Cobertura Natural/Antrópica; NP: Número de Parches; DP: Densidad de Parches; RP: Riqueza de Parches; CA: Cobertura Agrícola; DEA: Densidad Espacial de Asentamientos; DVC: Densidad de Vías de Comunicación.

Figura III.12: Dendrograma y agrupaciones para las unidades de paisaje.



Resultado del análisis se obtiene el dendrograma (figura III.12), dispositivo para presentar la forma en que los objetos se agrupan. Las líneas horizontales en negro representan cada uno de los objetos (unidades de paisaje), por otro lado las líneas verticales también en negro, corresponde a la distancia en la que se unieron los geocomplejos. Los números son el identificador que el software designa a cada unidad de paisaje.

Para establecer los grupos, se hizo el corte en el dendrograma (línea roja) que permitiera definir los cinco grupos, señalados con línea punteada de diferente color. En la siguiente tabla se observan las unidades de paisaje de acuerdo al resultado del análisis clúster.

Tabla III.14: Agrupación de unidades de paisaje con base en el análisis clúster.

GRUPO	UNIDADES DE PAISAJE
1	A2, A3, A4b, A6b, B2, B3, B4, B5
2	A1, A4a, A4c, A4f, A5b, A6a, B1, B6, B7
3	A4d, A4e, A7
4	A10, A11, A12a, A12b, A14, B11, B12a, B12b, C4
5	A5a, A8, A9, A13, B8, B9, B10, B13, C1, C2, C3

La categoría de degradación asignada a cada uno de los grupos, partió de calcular el Índice del Estado de Degradación (Bollo,). Este índice toma los valores ponderados de las evaluaciones obtenidas en cada indicador, realiza la suma de estos datos para cada unidad de paisaje y las divide entre el número de variables. La fórmula empleada para obtener el índice es la siguiente:

$$\frac{\sum \text{Evaluaciones parciales}}{\# \text{ de variables empleadas}}$$

Para asignar la categoría de degradación correspondiente a cada clúster, los valores del índice obtenidos para cada unidad de paisaje se promediaron al interior de cada grupo (ver tabla III.15).

Tabla III.15: Resultados de la aplicación del índice por unidad de paisaje y promedio por grupo.

UPAI	*EL	*RB	*DD	*TD	*RCNA	*NP	*DP	*RP	*CA	*DEA	*DVC	SUMA	INDICE	GRUPO
A02	3	2	1	1	4	1	2	1	1	1	1	18	1.64	1
A03	3	3	2	1	4	2	5	1	1	1	2	25	2.27	
A04B	2	3	1	1	2	1	3	2	2	1	1	19	1.73	
A06B	5	3	1	3	2	1	3	1	2	1	1	23	2.09	
B02	3	3	1	1	5	2	2	3	1	2	2	25	2.27	
B03	2	3	4	1	5	3	3	2	1	1	1	26	2.36	
B04	4	3	5	2	3	2	5	2	2	1	2	31	2.82	
B05	2	2	1	1	5	1	4	2	1	1	1	21	1.91	
Promedio													2.14	
A01	4	3	1	1	2	5	1	4	2	2	3	28	2.55	2
A04A	3	2	4	1	2	4	1	4	3	2	2	28	2.55	
A04C	4	2	1	1	2	4	1	4	2	2	2	25	2.27	
A04F	3	3	1	2	3	3	2	2	1	2	3	25	2.27	
A05B	2	2	3	1	3	4	1	5	1	2	2	26	2.36	
A06A	4	3	1	1	4	4	2	3	1	2	3	28	2.55	
B01	2	3	1	1	4	5	1	5	1	2	2	27	2.45	
B06	2	3	3	1	4	4	2	4	1	1	2	27	2.45	
B07	2	2	3	1	5	3	1	5	1	3	2	28	2.55	
Promedio													2.44	
A04D	3	1	1	4	1	2	5	2	4	1	1	25	2.27	3
A04E	4	2	3	4	1	3	2	2	5	2	2	30	2.73	
A07	5	2	5	5	1	1	3	1	5	3	2	33	3.00	
Promedio													2.67	
A10	2	2	5	2	1	3	5	3	5	1	4	33	3.00	4
A11	1	2	4	1	1	1	1	1	5	2	4	23	2.09	
A12A	1	2	3	5	1	3	4	4	5	2	3	33	3.00	
A12B	1	2	5	4	1	3	4	2	4	3	5	34	3.09	
A14	1	3	5	1	3	1	2	1	2	2	5	26	2.36	
B11	1	2	5	4	1	1	5	1	5	1	5	31	2.82	
B12A	2	3	5	3	1	1	4	2	5	3	5	34	3.09	
B12B	2	2	3	1	1	2	5	2	4	3	5	30	2.73	
C04	1	2	4	3	2	1	3	1	2	1	4	24	2.18	
Promedio													2.71	
A05A	4	3	3	5	1	5	2	4	5	3	3	38	3.45	5
A08	3	3	2	3	1	3	4	3	4	2	3	31	2.82	
A09	1	3	1	2	1	4	5	5	3	3	4	32	2.91	
A13	1	3	2	2	1	5	3	1	4	2	4	28	2.55	
B08	2	2	2	1	3	5	2	4	2	2	4	29	2.64	
B09	2	2	2	2	2	4	2	4	3	3	3	29	2.64	
B10	3	2	2	3	1	3	2	5	3	2	4	30	2.73	
B13	2	3	1	3	1	3	2	5	4	1	2	27	2.45	
C01	3	2	1	4	1	3	2	1	4	2	5	28	2.55	
C02	1	3	2	1	1	5	4	4	4	2	3	30	2.73	
C03	1	2	2	2	1	5	3	4	4	3	5	32	2.91	
Promedio													2.76	

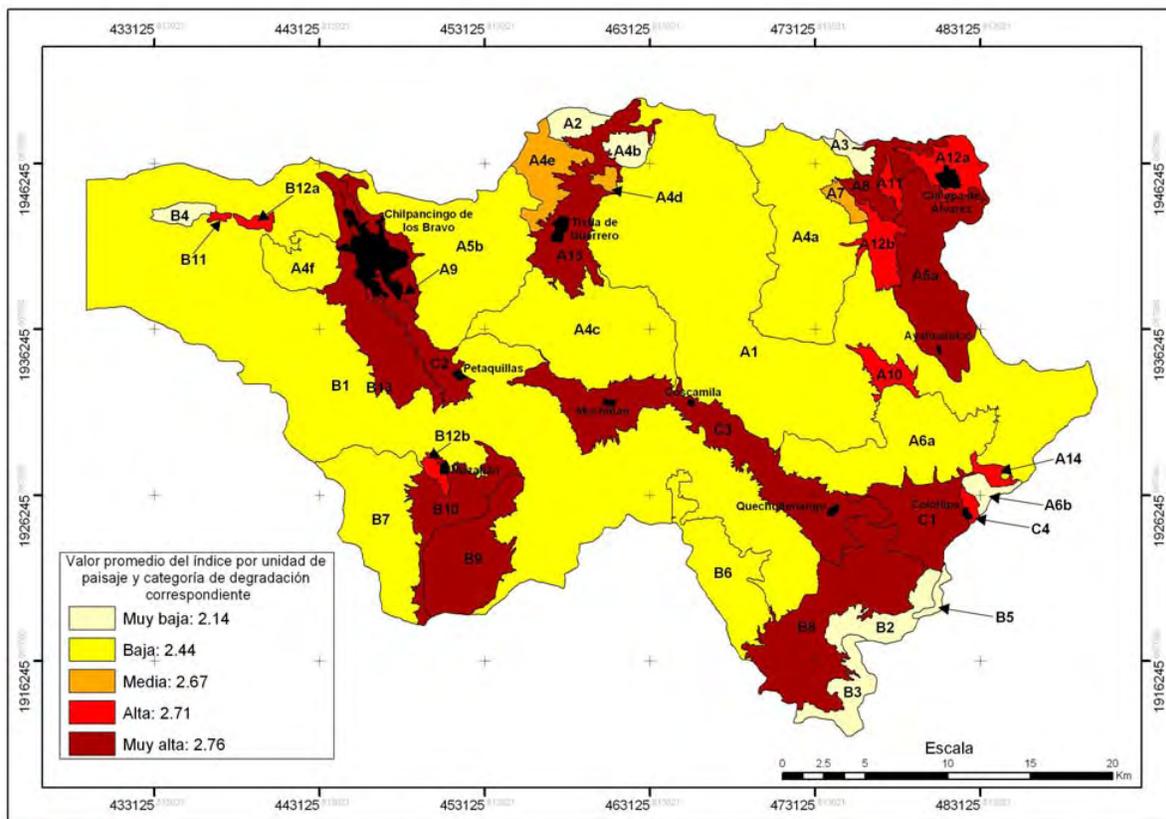
* EL: Erosión Laminar; RB: Relación de Bifurcación; DD: Densidad de Disección; TD: Tasa de Deforestación; RCNA: Relación Cobertura Natural/Antrópica; NP: Número de Parches; DP: Densidad de Parches; RP: Riqueza de Parches; CA: Cobertura Agrícola; DEA: Densidad Espacial de Asentamientos; DVC: Densidad de Vías de Comunicación.

El resultado de este procedimiento define la clasificación de los grupos en las cinco clases establecidas, correspondiendo al valor menor (2.14) la categoría con menor degradación y así sucesivamente. Lo anterior se observa en la tabla III.16 y fig. III.13.

Tabla III.16: Categorías de degradación asignada a cada grupo de unidades de paisaje.

GRUPO	PROMEDIO ÍNDICE	CATEGORÍA DEGRADACIÓN	UNIDADES DE PAISAJE
1	2.14	MUY BAJA	A2, A3, A4b, A6b, B2, B3, B4, B5
2	2.44	BAJA	A1, A4a, A4c, A4f, A5b, A6a, B1, B6, B7
3	2.67	MEDIA	A4d, A4e, A7
4	2.71	ALTA	A10, A11, A12a, A12b, A14, B11, B12a, B12b, C4
5	2.76	MUY ALTA	A5a, A8, A9, A13, B8, B9, B10, B13, C1, C2, C3

Figura III.13: Clasificación por tipo de degradación de las unidades de paisaje con base en el valor del índice.



La aplicación de los indicadores así como el análisis clúster, tienen la función de respaldar el análisis cualitativo de los geocomplejos. Los indicadores señalan las condiciones actuales de las unidades territoriales; mediante la técnica estadística el tratamiento de los datos es más detallado al reducirse el número elementos a analizar y establecer categorías. Ambos procedimientos arrojan elementos para definir posibles causas que intervienen en la degradación del paisaje.

III.2.2.- Tipología de degradación de los paisajes.

Resultado de este procedimiento y la evaluación cualitativa del mismo, se obtuvo un mapa del estado geocológico del territorio, el cual de acuerdo con Mateo (1991), intenta evaluar un territorio determinado tomando en cuenta la presión sobre el medio, permite identificar las áreas de mayor transformación de la zona estudiada, así como las áreas más degradadas.

La distribución espacial de la degradación por unidad de paisaje se observa en el mapa 9, con base en las siguientes categorías:

- a) Paisajes optimizados (muy baja degradación): se encuentra en terrenos con un alto valor biológico y una actividad humana mínima, que provoca bajo o nulo impacto al medio natural, y está encaminada principalmente a la preservación y conservación del medio natural.
- b) Paisajes compensados (baja degradación): incluye actividades económicas cuyos impactos no causan gran alteración, ya que se emplean básicamente insumos naturales y se basan en una sustitución de la cobertura vegetal por cultivos o una vegetación equivalente.
- c) Paisajes intermedios (degradación media): las actividades antrópicas y procesos naturales presentan una alteración constante, a través del uso continuo de los recursos naturales y sustitución de la cobertura vegetal.
- d) Paisajes agotados (degradación alta): zonas en donde ha habido actividades humanas o económicas, actuales o pasadas a mayor escala y provocado un fuerte impacto, lo que ocasiona un abatimiento de las condiciones de los componentes y cambios en la estructura horizontal, con problemas como la desertificación, la salinización de suelos, la erosión y otros.
- e) Paisajes alterados o degradados (muy alta degradación): Presentan fuerte actividad humana y económica, que ha causado la desaparición total de uno o varios componentes naturales de manera irreversible.

La interpretación de cada categoría en esta clasificación cualitativa, va a apoyarse en el resultado de la aplicación de los indicadores y el análisis clúster, así como la información obtenida en campo, con la finalidad de obtener las causas que han modificado la estructura vertical y horizontal, y por consiguiente, la dinámica y funcionamiento de los geocomplejos, que conduce al deterioro de los paisajes.

III.2.3.- Presiones y causas de la degradación del paisaje.

Los procesos que generan el deterioro de los geocomponentes de manera individual así como la interrupción de las interrelaciones existentes que modifican la dinámica y funcionamiento del geosistema, están determinadas sobre todo por la forma en que se desarrollan las actividades sociales y/o económicas.

A continuación se caracterizan los tipos de degradación establecidos en el apartado anterior, se establecen los procesos que interrumpen las relaciones al interior de las unidades de paisaje y se definen las causas principales que favorecen la degradación.

Paisajes optimizados (muy baja degradación).

Corresponden a unidades caracterizadas por ser montañosas, compuestas por materiales calcáreos y terrígenos. Para estos geocomplejos, el relieve actúa como limitante para el desarrollo de actividades antrópicas y favorece que se mantenga la calidad de los geocomponentes (fig. III.14).

Un primer elemento que confirma lo anterior se observa en los valores bajos que presenta la cobertura agropecuaria (ver tabla III.17).



Figura III.14: Continuidad de la vegetación y ausencia de actividades antrópicas (Comarca B2).

Tabla III.17: Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación muy baja, en base a los indicadores aplicados.

UPAI	*EL	*RB	*DD	*TD	*RCNA	*NP	*DP	*RP	*CA	*DEA	*DVC
A02	3	2	1	1	4	1	2	1	1	1	1
A03	3	3	2	1	4	2	5	1	1	1	2
A04B	2	3	1	1	2	1	3	2	2	1	1
A06B	5	3	1	3	2	1	3	1	2	1	1
B02	3	3	1	1	5	2	2	3	1	2	2
B03	2	3	4	1	5	3	3	2	1	1	1
B04	4	3	5	2	3	2	5	2	2	1	2
B05	2	2	1	1	5	1	4	2	1	1	1

* EL: Erosión Laminar; RB: Relación de Bifurcación; DD: Densidad de Disección; TD: Tasa de Deforestación; RCNA: Relación Cobertura Natural/Antrópica; NP: Número de Parches; DP: Densidad de Parches; RP: Riqueza de Parches; CA: Cobertura Agrícola; DEA: Densidad Espacial de Asentamientos; DVC: Densidad de Vías de Comunicación.

Otros elementos influenciados por el relieve son la presencia de asentamientos y vías de comunicación, ya que dificulta la consolidación de localidades nuevas o crezcan las establecidas.

Esto ha permitido la continuidad en las formaciones vegetales (fig. III.14), al no haber procesos que generen fragmentación en los ecosistemas y que la extracción forestal no es representativa, lo que otorga un alto valor biológico a estos paisajes. La dinámica erosiva es resultado de las condiciones geológicas (litología) y de relieve

(pendiente), por lo que se establece que los valores obtenidos son producto de la evolución del relieve.

Paisajes compensados (baja degradación).

Al igual que el grupo anterior, estas unidades son de tipo montañoso compuestas por materiales calcáreos y terrígenos; estos geocomplejos son los que abarcan mayor superficie en el área de estudio. Aunque el relieve es también la limitante principal para el emplazamiento de actividades, existen porciones al interior de las comarcas que han sufrido cambios en la estructura.

Un elemento que influye en este comportamiento, es el patrón de distribución de los asentamientos ya que predomina el tipo aleatorio (ver tabla III.18), este tipo de distribución propicia el uso de los recursos y el desarrollo de actividades en diferentes puntos del paisaje, debido a que cada área urbana o rural se desarrolla de manera independiente al resto.

Tabla III.18: Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación baja, en base a los indicadores aplicados.

UPAI	EL	RB	DD	TD	RCNA	NP	DP	RP	CA	DEA	DVC
A01	4	3	1	1	2	5	1	4	2	2	3
A04A	3	2	4	1	2	4	1	4	3	2	2
A04C	4	2	1	1	2	4	1	4	2	2	2
A04F	3	3	1	2	3	3	2	2	1	2	3
A05B	2	2	3	1	3	4	1	5	1	2	2
A06A	4	3	1	1	4	4	2	3	1	2	3
B01	2	3	1	1	4	5	1	5	1	2	2
B06	2	3	3	1	4	4	2	4	1	1	2
B07	2	2	3	1	5	3	1	5	1	3	2

* EL: Erosión Laminar; RB: Relación de Bifurcación; DD: Densidad de Disección; TD: Tasa de Deforestación; RCNA: Relación Cobertura Natural/Antrópica; NP: Número de Parches; DP: Densidad de Parches; RP: Riqueza de Parches; CA: Cobertura Agrícola; DEA: Densidad Espacial de Asentamientos; DVC: Densidad de Vías de Comunicación.

Las actividades agropecuarias son las más importantes y se caracterizan por ser de tipo extensivo, esta dinámica propicia la constante apertura de nuevos espacios y fragmentación de los ecosistemas (figs. III.15 y III.16). No obstante, la superficie que ocupa este uso de suelo no es representativa en relación a la superficie total de cada paisaje, por lo que permite al sistema mantener el funcionamiento. Por otra parte, el comportamiento de la erosión similar a la categoría anterior.



Figuras III.15 y III.16: Fragmentación de la vegetación natural producto de la expansión de la frontera agrícola (izquierda Comarca A1, derecha Comarca A4a).

Cabe señalar, que de continuar esta dinámica sin cambiar la forma en que se practican las actividades, puede propiciar un mayor estado de degradación en los paisajes.

Paisajes intermedios (degradación media).

El estado actual de estas comarcas obedece al deterioro que ha sufrido el geocomponente vegetativo, producto de la sustitución continua de la cobertura vegetal para establecer zonas de cultivo (ver valores de cobertura agropecuaria y tasa de deforestación en la tabla III.19).

Tabla III.19: Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación media, en base a los indicadores aplicados.

UPAI	EL	RB	DD	TD	RCNA	NP	DP	RP	CA	DEA	DVC
A04D	3	1	1	4	1	2	5	2	4	1	1
A04E	4	2	3	4	1	3	2	2	5	2	2
A07	5	2	5	5	1	1	3	1	5	3	2

* EL: Erosión Laminar; RB: Relación de Bifurcación; DD: Densidad de Disección; TD: Tasa de Deforestación; RCNA: Relación Cobertura Natural/Antrópica; NP: Número de Parches; DP: Densidad de Parches; RP: Riqueza de Parches; CA: Cobertura Agrícola; DEA: Densidad Espacial de Asentamientos; DVC: Densidad de Vías de Comunicación.

Un factor que influyó en este comportamiento fue la cercanía de estas comarcas a centros de población importantes, ya que facilitó el acceso y la transformación de estos paisajes, en la búsqueda de nuevas áreas para establecer la actividad agrícola (fig. III.17).



Figura III.17: Expansión de la frontera agrícola que modifica la estructura de la unidad del paisaje A7.

Otra dinámica generada a partir de la sustitución de vegetación por cultivos, está relacionada con una mayor acción erosiva, lo cual se debe a la combinación de diversos factores. En primera instancia, el tipo de relieve de estos geocomplejos es montañoso, por lo que presentan pendientes que favorecen mayor escorrentía, que aunado a la eliminación de la vegetación, genera las condiciones para la pérdida de material en cada período de lluvias.

Paisajes agotados (degradación alta).

Para estas unidades de paisaje, el relieve deja de ser obstáculo para el desarrollo de actividades humanas con mayor diversidad, ya que se caracterizan por ser planicies y depresiones y facilitan el establecimiento de éstas. Por esta razón, las modificaciones en la estructura se efectúan en varios geocomponentes



Figura III.18: Procesos de compactación por actividad ganadera (pie de vaca).

Tabla III.20: Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación alta, en base a los indicadores aplicados.

UPAI	*EL	*RB	*DD	*TD	*RCNA	*NP	*DP	*RP	*CA	*DEA	*DVC
A10	2	2	5	2	1	3	5	3	5	1	4
A11	1	2	4	1	1	1	1	1	5	2	4
A12A	1	2	3	5	1	3	4	4	5	2	3
A12B	1	2	5	4	1	3	4	2	4	3	5
A14	1	3	5	1	3	1	2	1	2	2	5
B11	1	2	5	4	1	1	5	1	5	1	5
B12A	2	3	5	3	1	1	4	2	5	3	5
B12B	2	2	3	1	1	2	5	2	4	3	5
C04	1	2	4	3	2	1	3	1	2	1	4

* EL: Erosión Laminar; RB: Relación de Bifurcación; DD: Densidad de Disección; TD: Tasa de Deforestación; RCNA: Relación Cobertura Natural/Antrópica; NP: Número de Parches; DP: Densidad de Parches; RP: Riqueza de Parches; CA: Cobertura Agrícola; DEA: Densidad Espacial de Asentamientos; DVC: Densidad de Vías de Comunicación.

Se observa en la tabla correspondiente a esta categoría (tabla III.20), que la agricultura y la ganadería han sustituido entre el 60% - 80% la cobertura natural,

debido a la continua apertura de espacios para este fin. Asimismo la actividad pecuaria genera procesos de compactación de suelos (fig. III.18).

Por otro lado, la presencia de núcleos de población con patrón de distribución aleatoria y las consecuencias explicadas líneas arriba, también favoreció la creación de un mayor número de vías de comunicación. Estos tres factores (actividades agropecuarias, asentamientos y vías de comunicación) derivaron en la fragmentación de los ecosistemas (figs. III.19 y III.20).



Figuras III.19 y III.20: Fragmentación de ecosistemas y presencia de procesos de erosión laminar, producto de cambios de uso de suelo (foto izquierda Comarca A12b, foto derecha Comarca B12b).



Figura III.21: Contaminación por desechos sólidos y descargas domiciliarias en el Río Chilapa.

La existencia de localidades urbanas o rurales propicia otras formas de deterioro, reflejada en contaminación de suelo por desechos sólidos, así como la de agua por descargas domiciliarias (fig. III.21), en especial en las comunidades rurales, ya que en la mayoría no existen sistemas de drenaje.

La erosión laminar no es significativa, sin embargo, los valores de relación de bifurcación y densidad de disección señalan que el proceso erosivo es de carácter vertical con desarrollo no uniforme, catalizado por las actividades señaladas con anterioridad (figs. III.19 y III.20).

Paisajes alterados o degradados (muy alta degradación).

Con base en los datos de la tabla III.21 así como lo observado en campo, se establece que las causas que derivaron en esta categoría de degradación para estas comarcas, están relacionadas con dos factores: cambios de uso de suelo y presencia de núcleos de población con mayor número de habitantes.

Tabla III.21: Valores correspondientes a las unidades de paisaje tipificados con degradación muy alta, en base a los indicadores aplicados.

UPAI	EL	RB	DD	TD	RCNA	NP	DP	RP	CA	DEA	DVC
A05A	4	3	3	5	1	5	2	4	5	3	3
A08	3	3	2	3	1	3	4	3	4	2	3
A09	1	3	1	2	1	4	5	5	3	3	4
A13	1	3	2	2	1	5	3	1	4	2	4
B08	2	2	2	1	3	5	2	4	2	2	4
B09	2	2	2	2	2	4	2	4	3	3	3
B10	3	2	2	3	1	3	2	5	3	2	4
B13	2	3	1	3	1	3	2	5	4	1	2
C01	3	2	1	4	1	3	2	1	4	2	5
C02	1	3	2	1	1	5	4	4	4	2	3
C03	1	2	2	2	1	5	3	4	4	3	5

* EL: Erosión Laminar; RB: Relación de Bifurcación; DD: Densidad de Disección; TD: Tasa de Deforestación; RCNA: Relación Cobertura Natural/Antrópica; NP: Número de Parches; DP: Densidad de Parches; RP: Riqueza de Parches; CA: Cobertura Agrícola; DEA: Densidad Espacial de Asentamientos; DVC: Densidad de Vías de Comunicación.

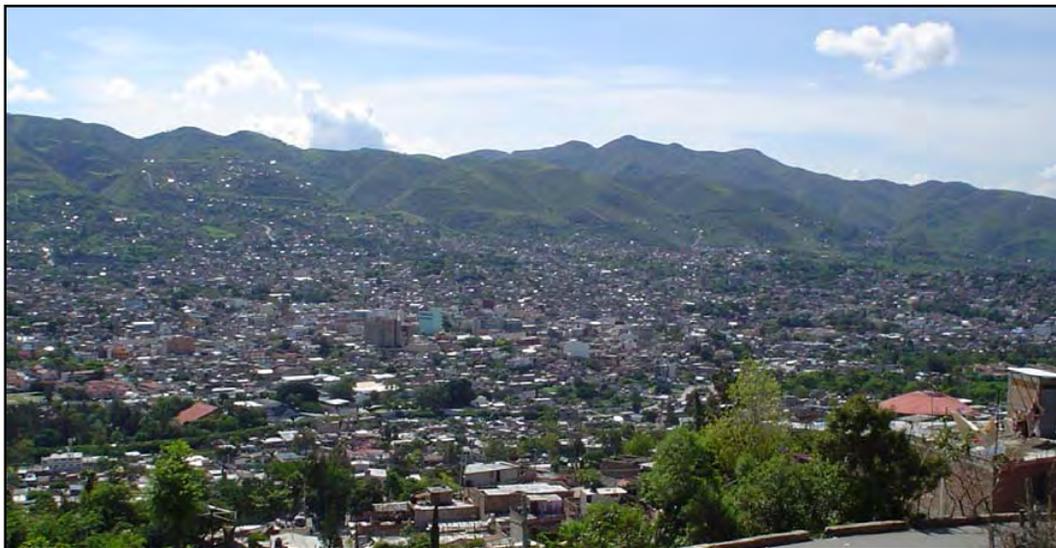
Los cambios de uso de suelo para desarrollar actividades económicas, así como la formación y crecimiento de los asentamientos, favoreció en la deforestación y sustitución casi total de la vegetación natural, con lo que se perdió la continuidad de los ecosistemas y el valor biológico (figs. III.22 y III.23).



Figuras III.22 y III.23: Sustitución de vegetación natural por actividad agrícola y establecimiento de asentamientos en la Comarca A5a).

La presencia de asentamientos humanos con importancia local o regional (Capital del Estado, cabeceras municipales), determinó el patrón de articulación con el resto de las comunidades, caracterizado por presentar una distribución no concentrada en la mayoría de los paisajes. Esta dinámica generó la necesidad de un mayor número de vías de comunicación con la finalidad de satisfacer las necesidades de la población.

El proceso de urbanización es otra causa de deterioro en los geocomplejos, ya que no existe una planeación del crecimiento de los asentamientos (fig. III.24), por lo que se establece en áreas no aptas para este fin y origina nuevos procesos (remoción en masa). La contaminación de suelo y agua se intensifica.



Figuras III.24: Crecimiento desordenado en áreas no aptas (Ciudad de Chilpancingo).

Por último, el proceso erosivo se comporta de manera similar a la categoría anterior, en donde las actividades humanas alteran la evolución natural del relieve, a partir de la ganadería (compactación de suelo) y eliminación de la cobertura vegetal (figs. III.25, III.26 y II.27).



Figuras III.25, III.26 y III.27: Efectos del cambio de uso de suelo (foto a y b formación de pie de vaca en la Comarca B10; la foto c muestra cárcavas en la unidad A5a).

El siguiente cuadro muestra a manera de síntesis, las principales causas y presiones que generan degradación de paisaje en el área de estudio:

Tabla III.22: Presiones y causas principales que generan degradación en el paisaje.

GEOCOMPONENTE	PRESIONES Y CAUSAS
Elementos climáticos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Creación de condiciones locales de aridez (sequía edáfica), por destrucción de la cubierta vegetal y los suelos. ▪ Aumento de los niveles de polvo en la atmósfera producto de procesos de erosión eólica. ▪ Concentración de gases (CO₂) en la atmósfera, a partir de la emisión de gases de escape.
Relieve.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios en el relieve del área. ▪ Incremento de la dinámica de los procesos de erosión, transporte y sedimentación. ▪ Creación de relieve artificial en el área. ▪ Aparición de nuevos procesos (remoción en masa).
Suelos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de la erosión por desaparición de la cobertura vegetal y compactación por ganado. ▪ Eliminación del perfil de suelo. ▪ Alteración y pérdida de las propiedades físicas y químicas del suelo, generada por sobreexplotación agropecuaria. ▪ Contaminación mediante desechos sólidos y uso de agroquímicos.
Agua superficial y subterránea.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios en la dinámica de las aguas superficiales, producto de modificaciones como presas, canales y acueductos. ▪ Aumento de las posibilidades de inundación por alteraciones y modificaciones del escurrimiento. ▪ Contaminación por desechos sólidos y descargas domiciliarias, con cambios en la composición físico - química de las aguas superficiales y subterráneas. ▪ Asolvamiento de cauces y cuerpos de agua, producto de mayor transporte de sedimentos.

<p>Elementos bióticos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminación progresiva de la cobertura vegetal por aumento de la frontera agropecuaria. ▪ Deforestación no controlada. ▪ Fragmentación de los ecosistemas. ▪ Creación y desarrollo de formaciones vegetales secundarias, así como aparición de especies vegetales alóctonas. ▪ Destrucción de los hábitats de la fauna silvestre, por desaparición de la vegetación y establecimiento de nuevos usos de suelo. ▪ Pérdida de especies de flora y fauna.
<p>Subsistema antrópico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de actividades en zonas no aptas, que se traduce en bajos rendimientos. ▪ Afectaciones a la salud de los pobladores por efecto de la contaminación de suelo y agua, así como emisión de gases de escape. ▪ Aumento de los niveles de empleo en actividades mineras y de reforestación. ▪ Crecimiento descontrolado de las áreas urbanas. ▪ Aparición de tiraderos a cielo abierto y quema de desechos. ▪ Acumulación de basura por deficiencia en el servicio de limpieza. ▪ Se generan condiciones de peligrosidad por procesos de remoción en masa e inundaciones.

III.3.- Optimización funcional del territorio.

Las causas principales de la degradación del paisaje en el área de estudio, obedecen en el mayor número de los casos, a usos de suelo que no corresponden a las características de los geocomplejos en alguno o varios de los geocomponentes, debido a que no existe un instrumento que establezca las normas para un mejor uso y aprovechamiento de los recursos.

Por tal motivo, en el presente trabajo se lleva a cabo un intento de “ordenar” el territorio de acuerdo con las características de las unidades de paisaje y patrones de uso actuales, con la finalidad de minimizar los efectos producidos por la transformación de la estructura de los geocomplejos.

III.3.1 Aptitud natural de uso de los paisajes.

El análisis de la aptitud de uso del suelo provee la información necesaria para conocer las reales vocaciones naturales de las diferentes unidades de paisaje físico - geográfico (como unidades espaciales de síntesis natural), y en función de dichas cualidades, establecer la selección priorizada de usos (Hernández *et al.*, 2007). En este sentido, la evaluación de la aptitud natural de uso del área de estudio persigue, en dependencia de la disponibilidad u oferta cuantitativa y cualitativa de los recursos del subsistema natural, así como de la información existente al respecto, ofrecer criterios objetivos para el aprovechamiento económicamente eficiente y ambientalmente viable de la oferta natural.

La aptitud natural de uso puede definirse como la oferta o vocación de los recursos naturales de un territorio, en función de los atributos de los procesos geomórficos modeladores del relieve, de las cualidades morfométricas del mismo, de las características físicas y químicas de los suelos y de sus niveles de degradación, de las virtudes del régimen hidrotérmico, y muchos otros aspectos físico - geográficos. Una vez determinada esa oferta y conociendo los insumos necesarios para el desarrollo de cada una de las actividades productivas, se procede a la adecuación de un particular uso del suelo para cada unidad de paisaje físico - geográfico.

De acuerdo con las características del Circuito Turístico Chilpancingo – Azul, se seleccionaron los tipos de uso de suelo más representativos en el territorio (mayor

porcentaje de superficie): agrícola, pecuario, forestal y de conservación (tabla III.23). Las aptitudes de uso pueden ser tan numerosas como lo sean los intereses de las actividades humanas en el aprovechamiento de su espacio geográfico, pero los usos asignados a cada unidad de paisaje o de síntesis natural siempre deberán ser establecidos de acuerdo con las condiciones de los recursos naturales (potencialidades y limitaciones) del territorio (*ibid*).

Tabla III.23: Definiciones de usos del suelo o actividades económicas más importantes del área de estudio, para el análisis de aptitud natural de uso del territorio.

APTITUD DE USO DEL SUELO	DEFINICIÓN
1. Agrícola	Cultivo de especies vegetales (ton/ha) condicionada al régimen de precipitaciones anual o estacional, o en presencia de pozo y/o infraestructura hidráulica disponible, bajo los supuestos de equilibrio del acuífero y calidad del agua constante, contemplando óptimas condiciones de fertilidad, pendientes, erodabilidad del suelo, etc.
2. Pecuario	Producción de ganado vacuno, bovino, equino, caprino o porcino (# de cabezas por ha) con forraje disponible en agostadero para subsistencia o comercio local; en función de la fertilidad del suelo, del ángulo de inclinación de las pendientes, de la disección horizontal del relieve, de la pedregosidad, la accesibilidad e inundabilidad.
3. Forestal	Actividad extractiva, comercial o de autoconsumo, de especies (ton/ha) maderables y no maderables (cantidad y calidad), donde el paisaje físico - geográfico tenga la capacidad de carga correspondiente.
4. Conservación / preservación	Actividad encaminada al manejo adecuado de los recursos con el fin de mantener su equilibrio y estado natural; valorando la riqueza de su biodiversidad, niveles de endemismo, estado de peligro de extinción o amenaza.

Con base en lo anterior y a través de la metodología establecida (Bollo *et al.* 2007a, en Hernández *et al.*, 2007), se evalúan las condiciones y características de aquellos factores naturales involucrados en el uso óptimo de suelo en el territorio estudiado, de acuerdo con criterios seleccionados en función de los requerimientos naturales indispensables para un óptimo desarrollo de la actividad productiva correspondiente, permitiendo una clasificación de aptitud o potencial natural de uso de alto, medio y bajo.

1. Potencial agrícola de uso en cultivos intensivos

El proceso de producción agrícola, está sujeto a toda una serie de relaciones sociales que repercuten, tanto en la forma e intensidad del uso del suelo, como en

comercialización, y por consiguiente, en la producción final, en los resultados económicos y en el medio ambiente. No obstante, es ampliamente reconocida la importancia de las condiciones y procesos naturales en que se realiza la producción agrícola, ya que cuando no existe una adecuada relación entre potencialidades naturales del territorio y determinado uso del suelo, el hombre debe invertir gran cantidad de recursos para lograr aumentar la cosecha y mantener el funcionamiento del paisaje, sin provocar degradación.

El potencial natural agrícola, se define como la capacidad del paisaje para el uso agrícola, determinada por sus propiedades y características naturales generales (fertilidad, pendientes, erodabilidad del suelo, presencia de inundaciones), con altos niveles de productividad y eficiencia, sin que ello conlleve a su degradación o pérdida de cualquiera de sus valores y atributos. Según Mateo (1994), son aquellos paisajes que por sus características generales o elementos específicos (pendientes, suelos, altura, humedecimiento, etc.) presenten valores destacados, que permitan el uso agrícola con altos niveles de productividad y eficiencia, sin que ello conlleve a su degradación y la pérdida de otros valores de importancia, como son la calidad del agua, los suelos, y otros. En relación con este potencial es necesario atender la fertilidad en las diferentes unidades de paisajes, así como el ángulo de inclinación de las pendientes, la disección horizontal, el área de la unidad, la pedregosidad, la accesibilidad y la inundabilidad.

Para determinar el potencial natural agrícola de los paisajes, se parte de la evaluación de un conjunto de indicadores de las peculiaridades naturales de los mismos (oferta o vocación), los cuales se relacionan con las necesidades (demanda) de la agricultura, como tipo de uso de un territorio, de forma tal, que esa relación resulte productiva y eficiente y no provoque la degradación ambiental.

A continuación, se relacionan los indicadores para la evaluación del potencial natural agrícola para el territorio del Circuito turístico Chilpancingo - Azul:

a) *Fertilidad del suelo.*

Relacionada con las características físicas: materia orgánica, estructura y textura. Se evalúa teniendo en cuenta las características de los suelos en la "Descripción de la

leyenda de la carta edafológica Detenal” (1979), a mayor fertilidad, mayores son las potencialidades de uso en la agricultura.

Alta: Suelos Rendzina (Valor de 5 puntos).

Alta a media: Complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles; complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles (Valor de 4 puntos).

Media: Complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles y Feozem, complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles (Valor de 3 puntos).

Media a baja: Complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles (Valor de 2 puntos).

Baja: Suelos Leptosoles y Luvisoles; suelos Cambisoles (Valor de 1 punto).

Baja a muy baja: Suelos Regosoles y Leptosoles (Valor de 0 puntos).

b) Ángulo de inclinación de las pendientes.

La pendiente puede considerarse como un obstáculo para el desarrollo de esta actividad, se sigue el principio de que a mayor pendiente, menor posibilidad de ser usado el territorio en la agricultura. El grado de inclinación de las pendientes interviene en la erosión, como factor pasivo, y limita la utilización de la mecanización en la agricultura. Para su evaluación se sigue el criterio de Kuyler (1978; en Bollo *et al.* 2007a), que las clasifica en los rangos siguientes:

0° a 2°: no existen dificultades (Valor de 5 puntos).

2° a 6°: dificultad para la mecanización agrícola (Valor de 4 puntos).

6° a 12°: dificultad para el uso de combinadas (Valor de 3 puntos).

12° a 18°: restringido el uso de tractores y otros equipos (Valor de 2 puntos).

> 18°: no es posible el uso de maquinarias (Valor de 1 punto).

c) Pedregosidad del suelo.

La presencia de alta pedregosidad en el suelo disminuye la posibilidad de su uso en la actividad agrícola, ya que influye en la cantidad de agua disponible para la agricultura. Bajo este criterio, se evalúa la aptitud, tomando en cuenta las características físico-químicas y morfológicas de los suelos de México, dadas en el texto “Descripción de la leyenda de la carta edafológica Detenal” (1979):

Muy baja o nula: Complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles; complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles; suelos Rendzina (Valor de 3 puntos).

Baja: Complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles y Feozem, complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles (Valor de 2 puntos).

Baja a media: Complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles; complejo de suelos Leptosoles y Luvisoles; suelos Cambisoles (Valor de 1 punto).

Muy alta: Suelos Regosoles y Leptosoles (Valor de 0 puntos).

d) Susceptibilidad a los procesos erosivos.

Se parte del principio que a mayor susceptibilidad a la erosión, menos posibilidad de uso en la actividad agrícola. Para su evaluación se toman en consideración las características de la erodabilidad de las unidades de suelos, dadas en “Estudio de país: México, Vulnerabilidad a la Desertificación y a la sequía meteorológica, II Informe de actividades correspondiente a Enero Junio de 1995” (Oropeza *et al.*, 1995; en Bollo *et al.* 2007a).

Muy baja: Suelos Rendzina (Valor de 3 puntos).

Moderada a Alta: Complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles; complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles y Feozem, complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles (Valor de 2 puntos).

Alta a Moderada: Complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles; complejo de suelos Leptosoles y Luvisoles (Valor de 1 punto).

Alta a muy Alta: Suelos Regosoles, Leptosoles y Cambisoles (Valor de 0 puntos).

d) Inundabilidad.

Las unidades de paisaje con posibilidades de estar sometido estacionalmente a inundaciones o que el agua permanezca estancada por un período prolongado de tiempo, no son aptas para la actividad agrícola, aunque está claro que esta evaluación no se aplica a otros cultivos, como el arroz, donde esta situación sería favorable. La

evaluación tomó en cuenta las características de los suelos en la “Descripción de la leyenda de la carta edafológica Detenal” (1979):

Muy alta: Complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles; complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles (Valor de 0 puntos).

Media: Complejo de suelos Luvisoles y Feozem, complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles; complejo de suelos Leptosoles y Luvisoles (Valor de 1 punto).

Baja: Complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles (Valor de 2 puntos).

Ninguna: Suelos Rendzina; complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles; suelos Regosoles, Leptosoles y Cambisoles (Valor de 3 puntos).

e) Acidez del suelo.

La acidez del suelo en exceso disminuye las posibilidades de uso del paisaje en la actividad agrícola. Se consideraron en su evaluación las características de los suelos de México para determinar la erodabilidad de sus unidades, dadas en el “Estudio de país: México, Vulnerabilidad a la Desertificación y a la Sequía Meteorológica, II Informe de actividades correspondiente a Enero - Junio de 1995” (Oropeza *et al.*, 1995; en Bollo *et al.* 2007a).

Ácido a Alcalino: Complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles (Valor de 2 puntos).

Ácido a ligeramente ácido: Suelos Rendzina; complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles y Feozem; complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles; complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles; complejo de suelos Leptosoles y Luvisoles (Valor de 1 punto).

Ácido a muy ácido: Suelos Regosoles, Leptosoles y Cambisoles; complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles (Valor de 0 puntos).

Con base en los indicadores y categorías establecidas o grados para cada indicador, se construyó la matriz de indicadores y evaluación del potencial natural agrícola, La evaluación final del potencial o de la aptitud agrícola, se obtiene por la sumatoria de los puntos dados a cada indicador para cada unidad de paisaje, y se establecen tres

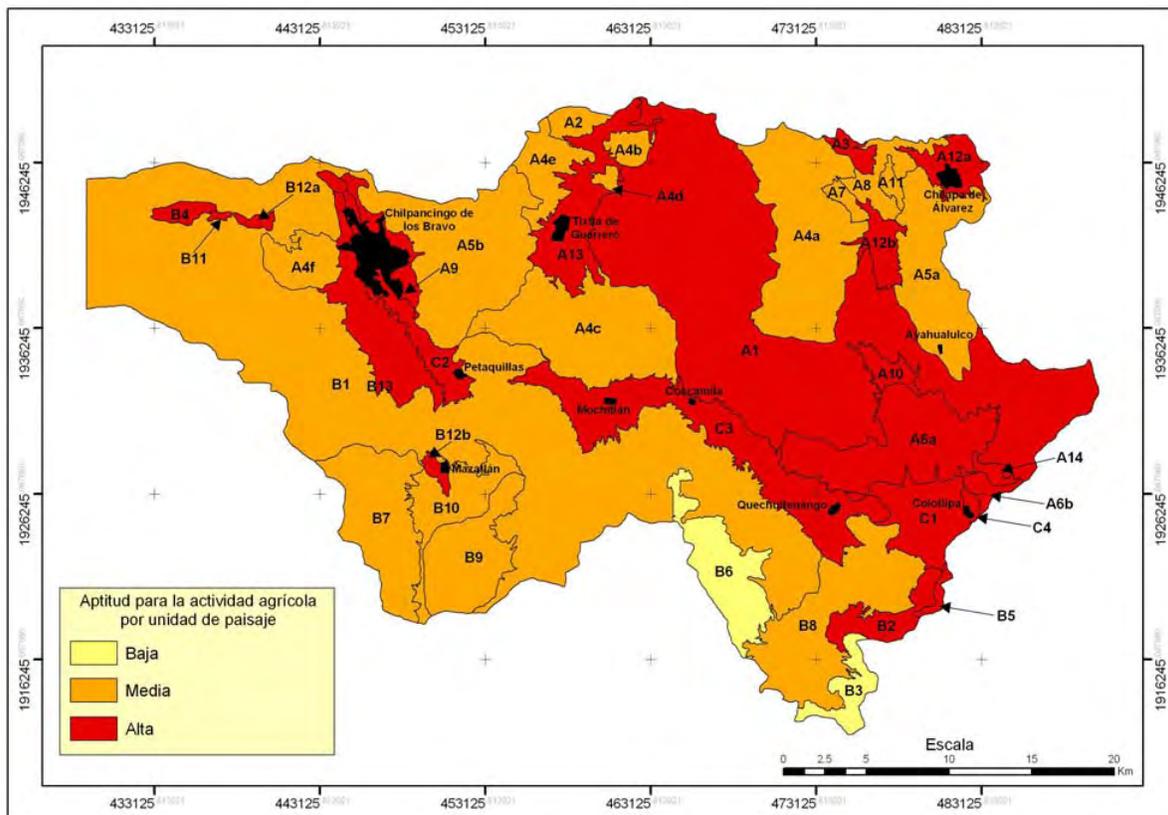
categorías de potencial natural agrícola (alto, medio, bajo o no apto), según la puntuación obtenida.

De esta manera, los paisajes que obtienen más de 10 puntos poseen un potencial alto; los que alcanzan de 5 a 10 puntos presentan un potencial medio; y aquellos que poseen menos de 5 puntos son considerados con un potencial bajo o no apto para el uso agrícola de suelo. Los cálculos antes mencionados se presentan en la tabla III.24, la diferenciación espacial de la aptitud agrícola se representa en la figura III.28.

Tabla III.24: Aptitud para la actividad agrícola por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR	UNIDADES DE PAISAJE
Bajo	< 5	B3, B6
Medio	5 - 10	A2, A4a, A4b, A4c, A4d, A4e, A4f, A5a, A5b, A7, A8, A11, B1, B7, B8, B9, B10
Alto	> 10	A1, A3, A6a, A6b, A9, A10, A12a, A12b, A13, A14, B2, B4, B5, B11, B12a, B12b, B13, C1, C2, C3, C4

Figura III.28: Distribución espacial de la aptitud para la actividad agrícola por unidad de paisaje.



2. Potencial natural para la actividad pecuaria.

Bajo la misma propuesta metodológica (Bollo *et al.* 2007a, en Hernández *et al.*, 2007), para la obtención de este potencial en los geocomplejos, es necesario atender ciertas cualidades en las diferentes unidades como: la fertilidad, el ángulo de inclinación de las pendientes, la disección horizontal, el área de la unidad, la pedregosidad, la accesibilidad y la inundabilidad (Mateo, 1994).

a) *La fertilidad del suelo.*

Depende del contenido de humus, de su estructura y de su textura. Se evalúa teniendo en cuenta las características de los suelos en la “Descripción de la leyenda de la carta edafológica” (Detenal, 1979). A mayor fertilidad habrá mayor potencial para la actividad agrícola y pecuaria.

Alta: Suelos Rendzina (Valor de 5 puntos).

Alta a media: Complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles; complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles (Valor de 4 puntos).

Media: Complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles y Feozem, complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles (Valor de 3 puntos).

Media a baja: Complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles (Valor de 2 puntos).

Baja: Complejo de suelos Leptosoles y Luvisoles; suelos Cambisoles (Valor 1 punto).

Baja a muy baja: Suelos Regosoles y Leptosoles (Valor de 0 puntos).

b) *El ángulo de inclinación de las pendientes.*

Interviene en la erosión, como factor pasivo, y determina la utilización de la mecanización en la agricultura o la posibilidad de realizar pastoreo bovino sin provocar erosión. A menor pendiente habrá mejores potencialidades para la actividad pecuaria, los rangos se establecen de la siguiente manera:

0° a 6°: Potencial alto, permite pastoreo intensivo (Valor de 3 puntos).

6° a 18°: Potencial medio, no existen dificultades para el pastoreo extensivo (Valor de 2 puntos).

18° a 30°: Potencial bajo, el pastoreo extensivo está limitado a determinado número de animales (Valor de 1 punto).

> 30°: No apto, el pastoreo extensivo provoca deterioro de los suelos por erosión (Valor de 0 punto).

c) La disección vertical del relieve.

Constituye la profundidad de corte de las corrientes fluviales, a mayor disección vertical menos posibilidades de instrumentar la agricultura y la ganadería de todo tipo, los valores de profundidad de disección se retoman de la evaluación morfométrica realizada para caracterizar la estructura horizontal de las unidades de paisaje, las categorías son:

0 - 50 m: Potencial muy alto, permite pastoreo intensivo (Valor de 4 puntos).

50 - 100 m: Potencial alto, no existen dificultades para el pastoreo extensivo (Valor de 3 puntos).

100 - 200 m: Potencial medio, el pastoreo extensivo está limitado por el acceso al agua (Valor de 2 puntos).

200 - 300 m: Potencial bajo, el pastoreo extensivo está limitado a muy pocos animales (Valor de 1 punto).

> 300 m: Potencial muy bajo o no apto, no es posible el pastoreo más que en las partes altas del relieve, como superficies de cimas, superficies areales y parteaguas o divisorias de las aguas de los sectores cumbrales (Valor de 0 punto).

d) La pedregosidad del suelo.

Se evalúa teniendo en cuenta las características físico - químicas y morfológicas de los suelos de México, dadas en el texto "Descripción de la leyenda de la carta edafológica" (Detenal, 1979). A mayor pedregosidad superficial, menor calidad del suelo para la producción agrícola o de pastos, y por ende, para la ganadería.

Muy baja o nula: Complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles; complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles; suelos Rendzina (Valor de 3 puntos).

Baja: Complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles y Feozem, complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles (Valor de 2 puntos).

Baja a media: Complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles; complejo de suelos Leptosoles y Luvisoles; suelos Cambisoles (Valor de 1 punto).

Muy alta: Suelos Regosoles y Leptosoles (Valor de 0 puntos).

e) Susceptibilidad a la erodabilidad del suelo.

Se evalúa teniendo en cuenta las características de la erodabilidad de las unidades de suelos, dadas en "Estudio de país: México, Vulnerabilidad a la Desertificación y a la Sequía Meteorológica, II Informe de actividades correspondiente a Enero - Junio de 1995" (Oropeza et al., 1995). A mayor susceptibilidad por la erodabilidad del suelo, menor potencial para la actividad agrícola y pecuaria.

Muy baja: Suelos Rendzina (Valor de 3 puntos).

Moderada a Alta: Complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles; complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles y Feozem, complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles (Valor de 2 puntos).

Alta a Moderada: Complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles; complejo de suelos Leptosoles y Luvisoles (Valor de 1 punto).

Alta a muy Alta: Suelos Regosoles, Leptosoles y Cambisoles (Valor de 0 puntos).

f) Inundabilidad.

Se evalúa teniendo en cuenta las características de los suelos en la "Descripción de la leyenda de la carta edafológica" (Detenal, 1979). A mayor inundabilidad, menor potencial para la agricultura y la actividad pecuaria.

Muy alta: Complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles; complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles (Valor de 0 puntos).

Media: Complejo de suelos Luvisoles y Feozem, complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles; complejo de suelos Leptosoles y Luvisoles (Valor de 1 punto).

Baja: Complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles (Valor de 2 puntos).

Ninguna: Suelos Rendzina; complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles; suelos Regosoles, Leptosoles y Cambisoles (Valor de 3 puntos).

g) Acidez del suelo.

Se evalúa teniendo en cuenta las características de los suelos de México para determinar la erodabilidad de las unidades de suelos, dadas en "Estudio de país: México, Vulnerabilidad a la Desertificación y a la Sequía Meteorológica, II Informe de actividades correspondiente a Enero - Junio de 1995 (Oropeza et al., 1995). A mayor acidez del suelo, menor posibilidad de cultivos y menor productividad de los pastos, por tanto menores potencialidades para la actividad pecuaria.

Ácido a Alcalino: Complejo de suelos Fluvisoles y Luvisoles (Valor de 2 puntos).

Ácido a ligeramente ácido: Suelos Rendzina; complejo de suelos Luvisoles, Feozem y Rendzinas; complejo de suelos Luvisoles y Feozem; complejo de suelos Luvisoles y Rendzinas; complejo de suelos Regosoles y Vertisoles; complejo de suelos Rendzinas, Feozem y Vertisoles; complejo de suelos Leptosoles y Luvisoles (Valor de 1 punto).

Ácido a muy ácido: Suelos Regosoles, Leptosoles y Cambisoles; complejo de suelos Luvisoles, Cambisoles y Regosoles; complejo de suelos Feozem, Rendzinas, Cambisoles y Regosoles (Valor de 0 puntos).

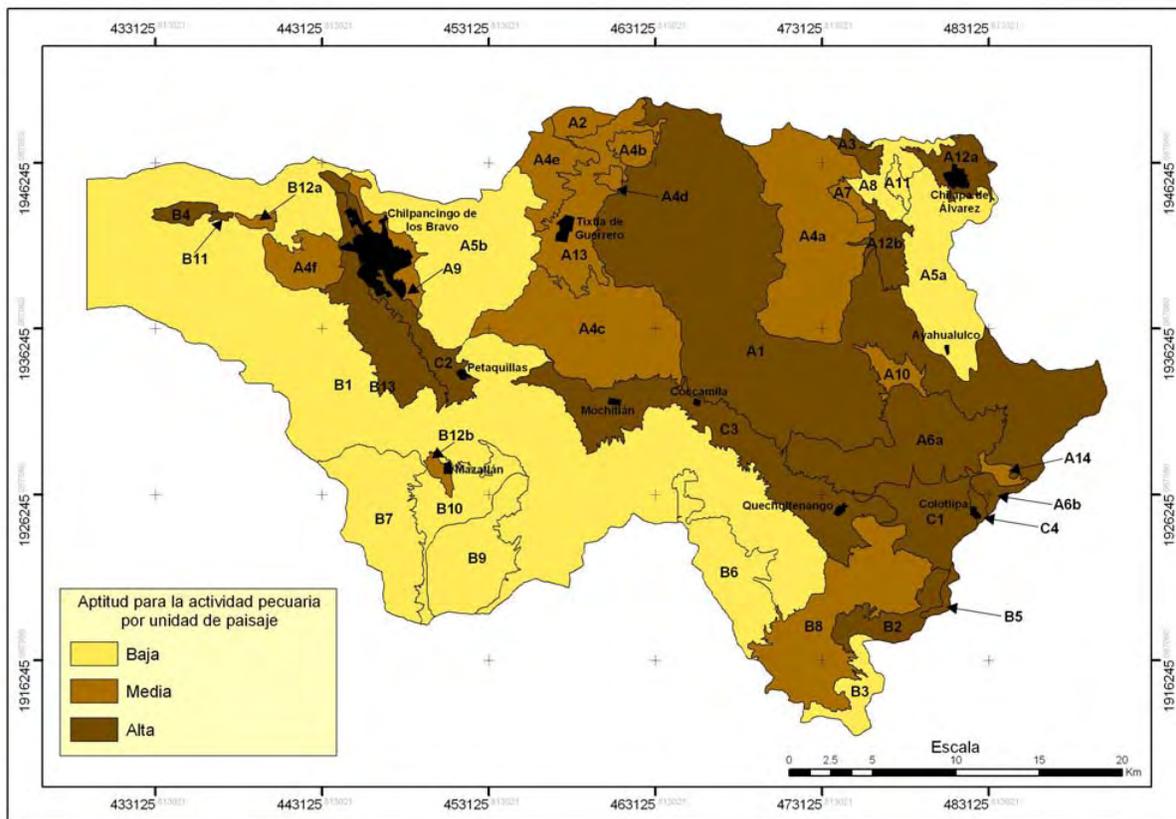
La evaluación final del potencial o de la aptitud natural pecuaria, se obtiene por la sumatoria de los puntos dados a cada indicador para cada unidad de paisaje, y se establecen tres categorías de potencial natural (alto, medio, bajo o no apto), según la puntuación obtenida.

De esta manera, los paisajes que obtienen más de 15 puntos poseen un potencial alto; los que alcanzan de 12 a 15 puntos presentan un potencial medio; y aquellos que poseen menos de 12 puntos son considerados con un potencial bajo o no apto para el uso pecuario del suelo. La clasificación de los geocomplejos con base en la aptitud de uso pecuario se muestran en la tabla III.25, distribución espacial se presenta en la figura III.29.

Tabla III.25: Aptitud para la actividad pecuaria (ganadería extensiva) por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR	UNIDADES DE PAISAJE
Bajo	< 12	A5a, A5b, A8, A11, B1, B3, B6, B7, B9, B10
Medio	12 - 15	A2, A4a, A4b, A4c, A4d, A4e, A4f, A7, A9, A10, A13, A14, B8, B12a, B12b
Alto	> 15	A1, A3, A6a, A6b, A12a, A12b, B2, B4, B5, B11, B13, C1, C2, C3, C4

Figura III.29: Distribución espacial de la aptitud para la actividad pecuaria por unidad de paisaje.



3. Potencial natural para la actividad forestal.

El potencial forestal depende de la calidad de madera que existe y cantidad. Con base en la calidad, recibe el valor 3 aquella unidad donde existen árboles cuya madera pueda utilizarse en la carpintería (biocenosis de bosques); el valor 2, si puede utilizarse como leña (biocenosis de matorrales); y el valor 0, cuando en la unidad predomina el estrato herbáceo (biocenosis de pastos y cultivos). Si no existe el suelo

por haber sido removido, o el uso es agrícola, no se prosigue la evaluación para los demás aspectos.

La cantidad se evalúa en las formaciones con capacidad de contener especies maderables, según la degradación de la vegetación, sobre todo para los de calidad 3, de las formaciones de calidad 2, se obtiene el potencial de los paisajes para la producción de leña. Ambos potenciales sumados nos permiten obtener el potencial para la actividad forestal de extracción.

En lo referente a la calidad, ésta se expresa como la calidad de la formación vegetal o uso para diferentes actividades forestales, sin considerar las áreas de cultivo. La evaluación queda de la manera siguiente:

Valor de 3 puntos: la unidad donde existan árboles, cuya madera pueda utilizarse en la carpintería o para la producción de leña (biocenosis de bosques). Tienen alto potencial para la actividad maderable, son bosques con algún grado de conservación, y además, sirven para la extracción de leña (Bosques de coníferas, bosques de latifoliadas).

Valor de 2 puntos: puede utilizarse para la producción de leña (biocenosis de matorrales). No tienen posibilidades de producción de madera, o la misma está disminuida por ser bosques ya modificados por la actividad humana, pero si tienen alto potencial de producción de leña (Selva baja caducifolia).

Valor de 0 punto: cuando en la unidad predomina pastizal inducido, palmar; que a pesar de tener vegetación, no tienen posibilidades de producir leña o madera.

No se tomaron en cuenta las áreas de cultivos y plantaciones de frutales.

Para determinar los paisajes de más alto potencial para las diferentes actividades forestales evaluadas, se realiza el cálculo multiplicando la calidad de la formación vegetal para la producción de madera (3), por la superficie en cada paisaje (km^2), así se obtiene el potencial para la obtención de madera. En el caso del potencial para la extracción de leña, se calcula de igual forma multiplicando la calidad para la producción de leña (2) por la superficie de esta formación en cada paisaje. La suma de ambos resultados definen los paisajes con más alto potencial para la actividad forestal de extracción. Las categorías son las siguientes:

Sin potencial para la actividad forestal: menos de 20 puntos.

Potencial medio para la actividad forestal: de 20 a 100 puntos.

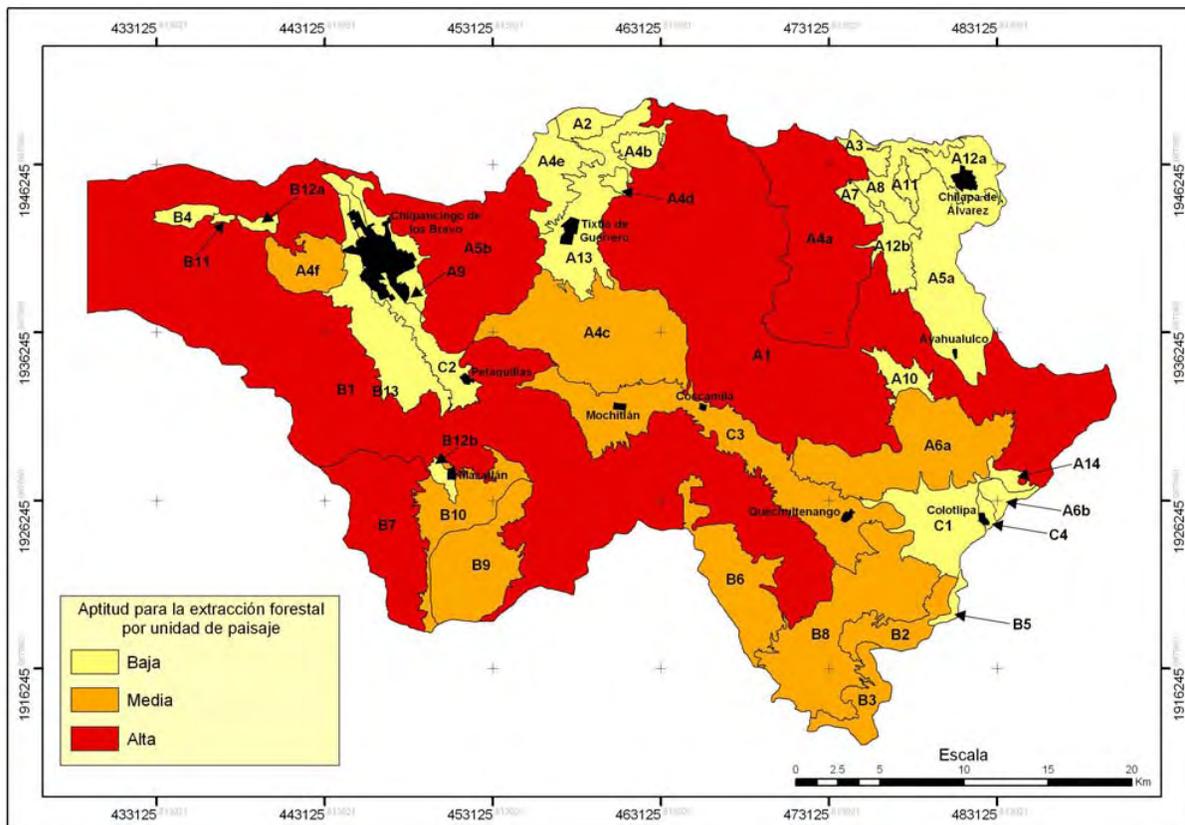
Alto potencial para la actividad forestal: mayor de 100 puntos.

Los valores de aptitud se muestran en la tabla III.26, la distribución espacial se observa en la figura III.30:

Tabla III.26: Aptitud para la extracción forestal por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR	UNIDADES DE PAISAJE
Sin potencial	< 20	A2, A3, A4b, A4d, A4e, A5a, A6b, A7, A8, A9, A10, A11, A12a, A12b, A13, A14, B4, B5, B11, B12a, B12b, B13, C1, C2, C4
Potencial medio	20 - 100	A4c, A4f, A6a, B2, B3, B6, B8, B9, B10, C3,
Alto potencial	> 100	A1, A4a, A5b, B1, B7

Figura III.30: Distribución espacial de la aptitud para la extracción forestal por unidad de paisaje.



4. Potencial natural para la conservación.

La potencialidad de conservación se encuentra en aquellos paisajes que por sus valores de geo y biodiversidad, exclusividad, singularidad, naturalidad, rareza, se consideran como patrimonio natural de elevado valor para las actuales y futuras generaciones. También aquellos paisajes relacionados con los anteriores y que se constituyan en zonas de transición, y amortiguamiento, necesarias para conservar y mantener el equilibrio ecológico de los paisajes anteriores (Bollo *et al.* 2007a, en Hernández *et al.*, 2007).

Para evaluar el potencial de conservación se toma en cuenta la calidad y cantidad de los territorios; para la calidad se diferenciaron dos tipos de aproximaciones: los valores por las características de las especies y los que emanan de las características de las formaciones naturales. Para la primera es necesario determinar la singularidad y los valores de la biodiversidad, mientras que para la segunda el grado de modificación del paisaje. Para determinar la cantidad, es necesario establecer el porcentaje de superficie natural o seminatural de cada unidad de paisaje.

La superficie natural por unidad de paisaje, se obtiene a partir del mapa de uso de suelo. La modificación antrópica se determina a partir la superficie que ocupan los procesos de ocupación de suelo. Los criterios de evaluación son:

Calidad							
Singularidad		Endemismo		Especies en Peligro o Amenazadas		Modificación antrópica	
Nacional	3	Local	3	Existencia	3	Natural	5
Regional	2	Regional	2	Ausencia	0	Débilmente modificado	4
Local	1	Nacional	1			Medianamente modif.	3
						Fuertemente modificado	2
						Muy fuertemente modif.	1
Cantidad			Categoría				
Superficie natural			Valor		Rango		
0 - 35 %		1	10 -15		Alto		
35 - 70 %		2	5 - 9		Medio		
70 - 100 %		3	< 4		Bajo		

a) *Modificación antrópica.*

Natural: Donde ninguno de los componentes naturales ha sido alterado (0 – 10%).

Débilmente modificado: Donde la acción antrópica ocurrió hace muchos años y no tuvo un valor significativo, sus relaciones naturales básicas no fueron alteradas (10 – 20%).

Medianamente modificado: Donde uno de los componentes naturales es alterado, sin repercutir sobre los demás componentes naturales (20 – 60%).

Fuertemente modificado: Cuando dos de los componentes naturales han sido alterados, con cierta repercusión sobre los demás componentes naturales (60 – 90%).

Muy fuertemente modificado: Cuando todos los componentes han sido alterados (90 – 100%).

b) *Singularidad.*

Se refiere a las características de la vegetación, propias e irrepetibles, en un contexto local, regional o nacional. En la zona de estudio al considerar la irrepetibilidad de la vegetación, el total de las formaciones tienen importancia de carácter regional, ya que se encuentran distribuidas en el territorio nacional.

c) *Endemismo.*

De acuerdo a la caracterización de la vegetación en el capítulo dos, no se reportan especies de carácter endémico, por lo que a las unidades de paisaje se les asigna un valor bajo.

d) *Especies en peligro o amenazadas.*

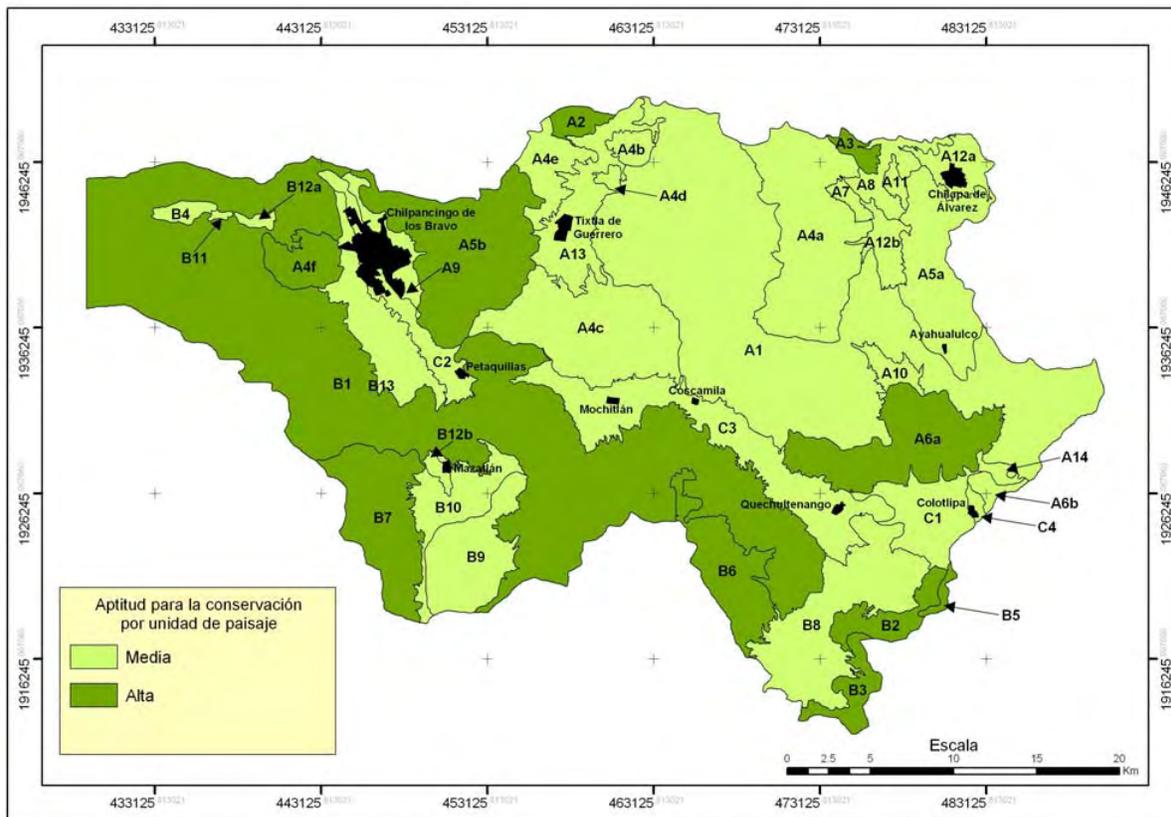
De acuerdo a la NOM-059-ECOL-1994, en la zona de estudio se reportan nueve especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo, una a la selva baja caducifolia, seis de estas especies se asocian a la formación de bosque mesófilo de montaña *Carpinus caroliniana* (palo silo), *Juglans major* (nogal), *Fraxinus uhdei* (fresno), *Ostrya sp.* (guaoaque), *Podocarpus sp.* (chusnito), *Cornus spp.* (aceitunillo); y 2 al palmar (*Brahea dulcis* y *Brahea spp.*). Se otorgan 3 puntos a los paisajes en donde estas dos últimas formaciones.

Una vez obtenidos los resultados de la aptitud a la conservación, las unidades de paisaje se clasifican de la siguiente manera (ver tabla III.27 y figura III.31):

Tabla III.27: Aptitud para la conservación por unidad de paisaje.

RANGO	VALOR	UNIDADES DE PAISAJE
Sin potencial	< 4	
Potencial medio	5 - 9	A1, A4a, A4b, A4c, A4d, A4e, A5a, A6b, A7, A8, A9, A10, A11, A12a, A12b, A13, A14, B4, B8, B9, B10, B11, B12a, B12b, B13, C1, C2, C3, C4
Alto potencial	10 - 15	A2, A3, A4f, A5b, A6a, B1, B2, B3, B5, B6, B7

Figura III.31: Distribución espacial de la aptitud para conservación por unidad de paisaje.



III.3.2 Propuesta de manejo del territorio.

Con base en las etapas de caracterización del área de estudio, a partir del concepto teórico paisaje como instrumento de síntesis y análisis territorial, la evaluación del estado actual mediante indicadores ambientales para determinar el grado de degradación de los geocomplejos y determinar las causas que generan degradación, así como el análisis de aptitud natural de las unidades de paisaje; derivan en una propuesta de manejo como escenario deseable para un mejor uso del territorio.

En este sentido, la propuesta está encaminada a establecer los usos para cada geocomplejo apoyada en la vocación u oferta de los paisajes como expresión sintética de la naturaleza (condiciones geomorfológicas, climáticas, hídricas, edafológicas y otras) y los patrones de uso actuales, con la finalidad de minimizar el deterioro de los geocomponentes y optimizar el uso de los recursos naturales del territorio.

Los usos actuales en las unidades de paisajes, se obtienen a partir de superposición del mapa “Uso del suelo y Vegetación” (mapa 7) con las unidades evaluadas en este capítulo. Mediante este procedimiento se calcularon las superficies en % de los usos y la vegetación en cada unidad, para determinar los usos principales (primario y secundario).

Otro elemento considerado para asignar a cada paisaje un uso propuesto es la compatibilidad, entendida como la correlación entre el uso de suelo actual de los paisajes y su potencial natural para diversas actividades (Bollo *et al.*, 2007b, en Hernández *et al.*, 2007). Para establecer la compatibilidad entre el uso del paisaje y sus potenciales naturales, se establecieron tres categorías:

- **Compatible:** Son paisajes donde hay coincidencia entre el uso actual y el potencial natural.
- **Parcialmente Compatible:** Son paisajes donde el uso primario no está de acuerdo con el potencial natural primario, pero si con el secundario.
- **Incompatible:** Son paisajes donde no existe ninguna coincidencia entre el uso actual y sus potenciales naturales primario y secundario.

Por otra parte, se determinó el tipo de uso de los paisajes de acuerdo con el grado de degradación, para indicar este proceso se definieron las categorías:

Sobreuso alto: Cuando el uso en el paisaje provoca degradación intensa en el territorio por sobrepasar la capacidad de carga permisible en el paisaje, con dificultad alta para su recuperación (muy alta y alta degradación).

Sobreuso medio: Los patrones de uso en el paisaje provocan degradación en el territorio por sobrepasar la capacidad de carga permisible, de posible recuperación con medidas intensivas (degradación media).

Sobreuso bajo: Las actividades desarrolladas en el paisaje generan degradación en el territorio por sobrepasar la capacidad de carga permisible en el paisaje, de posible recuperación con medidas simples.

Al aplicar de estos criterios, la propuesta de manejo del territorio se muestra en la tabla III.28 y mapa 10.

Tabla III.28: Matriz de compatibilidad de uso y propuesta de manejo del territorio.

Unidad de Paisaje	Degradación	Aptitud Agrícola	Aptitud Pecuaria	Aptitud Forestal	Aptitud Conservación	Uso Principal	Uso Secundario	Uso (s) Actual (es)	Compatibilidad de Uso	Uso propuesto
A01	Baja	Alto	Alto	Alto	Medio	Agrícola	Pastizal	Agrícola Pastizal	Compatible con sobre uso bajo	Forestal
A02	Muy Baja	Medio	Medio	Bajo	Alto	Agrícola	-	Agrícola	Incompatible con sobre uso bajo	Conservación
A03	Muy Baja	Alto	Alto	Bajo	Alto	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso bajo	Pecuario
A4a	Baja	Medio	Medio	Alto	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Incompatible con sobre uso bajo	Forestal
A4b	Muy Baja	Medio	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	incompatible con sobre uso bajo	Pecuario
A4c	Baja	Medio	Medio	Medio	Medio	Agrícola	-	Agrícola	incompatible con sobre uso bajo	Forestal
A4d	Media	Medio	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso bajo	Pecuario
A4e	Media	Medio	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso bajo	Pecuario
A4f	Baja	Medio	Medio	Medio	Alto	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso bajo	Conservación
A05A	Muy Alta	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Agrícola	Pastizal	Agrícola Pastizal	incompatible con sobre uso alto	Agrícola
A05B	Baja	Medio	Bajo	Alto	Alto	Agrícola	Pastizal	Agrícola Pastizal	incompatible con sobre uso bajo	Conservación
A06A	Baja	Alto	Alto	Medio	Alto	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso bajo	Conservación
A06B	Muy Baja	Alto	Alto	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso bajo	Pecuario
A07	Media	Medio	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Incompatible con sobre uso medio	Pecuario
A08	Muy Alta	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	incompatible con sobre uso alto	Conservación
A09	Muy Alta	Alto	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	Urbano	Agrícola Urbano	Compatible con sobre uso alto	Urbano
A10	Alta	Alto	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	Pastizal	Agrícola Pastizal	Compatible con sobre uso alto	Agrícola

Tabla III.28: Matriz de compatibilidad de uso y propuesta de manejo del territorio (continuación).

Unidad de Paisaje	Degradación	Aptitud Agrícola	Aptitud Pecuaria	Aptitud Forestal	Aptitud Conservación	Uso Principal	Uso Secundario	Uso (s) Actual (es)	Compatibilidad de Uso	Uso propuesto
A11	Alta	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	incompatible con sobre uso alto	Agrícola
A12A	Alta	Alto	Alto	Bajo	Medio	Agrícola	Urbano	Agrícola Urbano	Compatible con sobre uso alto	Urbano
A12B	Alta	Alto	Alto	Bajo	Medio	Agrícola	Pastizal	Agrícola Pastizal	Compatible con sobre uso alto	Pecuario
A13	Muy Alta	Alto	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso alto	Agrícola
A14	Alta	Alto	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso alto	Agrícola
B01	Baja	Medio	Bajo	Alto	Alto	Agrícola	-	Agrícola	incompatible con sobre uso bajo	Conservación
B02	Muy Baja	Alto	Alto	Medio	Alto	-	-	-	incompatible con sobre uso bajo	Conservación
B03	Muy Baja	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Agrícola	-	Agrícola	Incompatible con sobre uso bajo	Conservación
B04	Muy Baja	Alto	Alto	Bajo	Medio	Agrícola	Pastizal	Agrícola Pastizal	Compatible con sobre uso bajo	Pecuario
B05	Muy Baja	Alto	Alto	Bajo	Alto	-	-	-	incompatible con sobre uso bajo	Conservación
B06	Baja	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Pastizal	-	Pastizal	incompatible con sobre uso bajo	Conservación
B07	Baja	Medio	Bajo	Alto	Alto	Pastizal	-	Pastizal	incompatible con sobre uso bajo	Conservación
B08	Muy Alta	Medio	Medio	Medio	Medio	Agrícola	-	Agrícola	incompatible con sobre uso alto	Agrícola
B09	Muy Alta	Medio	Bajo	Medio	Medio	Agrícola	-	Agrícola	incompatible con sobre uso alto	Agrícola
B10	Muy Alta	Medio	Bajo	Medio	Medio	Agrícola	-	Agrícola	incompatible con sobre uso alto	Agrícola
B11	Alta	Alto	Alto	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso alto	Agrícola
B12A	Alta	Alto	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso alto	Agrícola

Tabla III.28: Matriz de compatibilidad de uso y propuesta de manejo del territorio (continuación).

Unidad de Paisaje	Degradación	Aptitud Agrícola	Aptitud Pecuaria	Aptitud Forestal	Aptitud Conservación	Uso Principal	Uso Secundario	Uso (s) Actual (es)	Compatibilidad de Uso	Uso propuesto
B12B	Alta	Alto	Medio	Bajo	Medio	Agrícola	Urbano	Agrícola Urbano	Compatible con sobre uso alto	Urbano
B13	Muy Alta	Alto	Alto	Bajo	Medio	Agrícola	Pastizal	Agrícola Pastizal	Compatible con sobre uso alto	Pecuario
C01	Muy Alta	Alto	Alto	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso alto	Agrícola
C02	Muy Alta	Alto	Alto	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso alto	Agrícola
C03	Muy Alta	Alto	Alto	Medio	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso alto	Agrícola
C04	Alta	Alto	Alto	Bajo	Medio	Agrícola	-	Agrícola	Compatible con sobre uso alto	Agrícola

En el procedimiento anterior, la propuesta de manejo del territorio busca, a través de la asignación de usos de suelo de acuerdo a la aptitud de las unidades de paisaje y los patrones de ocupación actuales, minimizar y/o prevenir los procesos que originan degradación, con base en las siguientes directrices:

- Regular las actividades productivas en relación a la aptitud del suelo en el territorio, a partir de intereses de los sectores productivos, evaluando los problemas ambientales que estas actividades producen.
- Identificar y prevenir los problemas ambientales resultado de los patrones actuales de uso de suelo, en especial, aquellos que generan mayor deterioro a uno o varios geocomponentes (contaminación de aguas superficiales, apertura de nuevos espacios para la agricultura, extracción no controlada de productos maderables).
- Establecer estrategias, políticas ambientales y acciones generales para la resolución de los problemas ambientales, en el área de estudio.
- Buscar modos de producción alternativos a las actividades que se desarrollan, con la finalidad de disminuir el impacto que los usos actuales generan en el paisaje.
- El área de estudio forma parte de un circuito turístico con el objetivo de “explotar” las atracciones de carácter cultural y natural que ofrece el territorio y mejorar las condiciones de vida de la población, no obstante, al existir otras formas de uso de suelo es necesario implantar estrategias que permitan combinar las actividades y evitar un aumento en la degradación, para mantener la calidad del paisaje en el tiempo.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El paisaje desde la óptica geográfica fue considerado como el objeto de estudio en esta investigación, definido a partir del marco teórico y conceptual que lo sustenta. A partir de la concepción del paisaje como instrumento de análisis territorial y la metodología establecida.

Lo anterior permitió conocer los elementos que componen el área de estudio a través de los tres subsistemas principales (abiótico, biótico y antrópico). Esta información sirvió de base para generar un panorama del estado que guardan éstos al momento de realizar el estudio, se definió la distribución espacial y las principales relaciones entre los geocomponentes con la finalidad de comprender la dinámica interna de la zona en cuestión.

Con base en la estructural vertical, definida por los componentes diferenciadores e indicadores del paisaje; así como el arreglo horizontal, reflejo de la organización, comportamiento y dinámica entre los geocomplejos, resalta la cualidad del paisaje para concentrar, de forma sintética, las características naturales y sociales del territorio.

Parte importante en los estudios del paisaje se relaciona con la clasificación de las unidades espaciales, lo cual permite ordenar y jerarquizar el mosaico de geocomplejos generado como resultado de la metodología aplicada. Los criterios que definen el sistema taxonómico empleado, la escala de trabajo y de representación, así como la superficie total del área de estudio dividieron la zona de la manera siguiente: 1 Región, 3 Localidades, 31 Comarcas, 177 Subcomarcas (37 Cimas, 31 Pendientes, 94 tipos de corrientes perennes y 15 clases de corrientes intermitentes).

El número resultante de taxones de paisaje refleja la complejidad del territorio. No obstante, la heterogeneidad no está relacionada de manera directa con los elementos diferenciadores (relieve, clima, litología), ya que los primeros dos componentes se caracterizan por no tener un comportamiento variable en la zona de estudio que influya en la conformación de las unidades de paisaje. El relieve está representado por 3 tipos: montañas, lomeríos y planicies; el componente climático se divide en tres tipos de climas,

por lo que la composición litológica es el geocomponente con mayor peso en la configuración de los geocomplejos.

Por tal motivo, la complejidad en el área está complementada por la distribución espacial de los elementos indicadores del paisaje, influenciados por los procesos que los originan: tipos de suelo (morfoedafogénesis, desarrollo de suelos *in situ*), formaciones vegetales (zonalidad) y usos de suelo (actividades económicas, crecimiento de localidades, procesos caracterizados por establecerse en áreas no aptas).

Esta forma de analizar el territorio comprendido por el Circuito Turístico Chilpancingo - Azul, aportó los elementos para efectuar la valoración del estado actual, construir la tipología correspondiente a las categorías de degradación y establecer una propuesta de optimización a partir de la aptitud natural de las unidades de paisaje, con la finalidad del manejo sustentable del territorio.

La evaluación del territorio mediante la aplicación de indicadores cuantitativos y el análisis posterior permitió conocer, con un mínimo de mediciones, el estado actual del área, generar información de los procesos (naturales y/o antrópicos) que ejercen presión sobre el paisaje y coadyuvar en identificar las causas que propician la degradación del paisaje. Otra directriz de este procedimiento consistió en conformar la matriz de datos, que sirvió de base para el análisis clúster.

La técnica estadística seleccionada permitió constituir grupos de unidades de paisaje, con características homogéneas al interior de cada conjunto y heterogéneas con los otros grupos, cualidad determinada por los valores resultantes de los indicadores seleccionados. Esta información también sirvió de base para aplicar un índice de degradación y clasificar los grupos de la siguiente manera: i) Paisajes optimizados (muy baja degradación), ii) Paisajes compensados (baja degradación), iii) Paisajes intermedios (degradación media), iv) Paisajes agotados (degradación alta), v) Paisajes alterados o degradados (muy alta degradación).

Los geocomplejos clasificados con muy baja degradación ocupan solo el 3.5% del total de la superficie del área de estudio. Con base en los datos obtenidos de los indicadores, se

observa que la baja presencia de actividades humanas (agropecuarias, crecimiento de los asentamientos), se traduce en menores modificaciones a los geocomponentes. Ejemplo de lo anterior se presenta en las formaciones vegetales caracterizadas por poseer continuidad. Esta dinámica es producto de la influencia del relieve, al actuar como una limitante para el desarrollo de las actividades que pudieran propiciar degradación y en donde la erosión es parte de la modelación natural del relieve.

Las categorías de baja degradación y degradación media ocupan un 68% y 1.4% del total de la superficie respectivamente. Existe una mayor presencia del elemento antrópico con relación a la clase anterior, representada por la realización de actividades económicas de tipo primario, que hacen uso de algunos componentes del paisaje (agropecuarias, extracción forestal); sin embargo, factores como la intensidad, superficie y formas en que se realizan las actividades no representan aún amenaza sobre el paisaje. Un elemento importante en estas unidades, es la presencia de asentamientos, debido a la presión que ejercen sobre el paisaje, con la finalidad de satisfacer las distintas necesidades.

Con relación a las últimas dos categorías definidas (Degradación Alta y Muy Alta Degradación), el 27.1% del territorio se ubica dentro de esta clasificación. Estos geocomplejos son resultado de una dinámica que ha minimizado las condiciones naturales, así como la interrupción de las relaciones entre los componentes.

El proceso de degradación parte de la intensa actividad antrópica favorecida, al no encontrar - como en las categorías anteriores -, un obstáculo natural en el relieve, lo que genera las condiciones para un aumento en las actividades económicas, así como la expansión de los asentamientos. Los cambios de uso de suelo se caracterizan por fragmentar y/o eliminar la cobertura vegetal original e implantar zonas de cultivo, pastoreo o urbanas.

Otro proceso catalizado por las actividades antes señaladas es la erosión laminar hídrica, debido a que la sustitución de la vegetación, el material que constituye estos geocomplejos y procesos de compactación de suelo, generan las condiciones para que se intensifique la erosión. Los componentes suelo y agua se ven afectados por contaminación por desechos sólidos y descargas domiciliarias.

La presencia de asentamientos humanos con importancia local o regional (Capital del Estado, cabeceras municipales), generó la necesidad de un mayor número de vías de comunicación con la finalidad de satisfacer las necesidades de la población, por otra parte, el proceso de urbanización no planeado es otra causa de deterioro en los geocomplejos y se convierte en un presión constante sobre las unidades aledañas.

Una vez tipificadas las unidades de paisaje con relación al grado de degradación, se consideraron factores como los usos actuales de suelo, la compatibilidad de esos usos con las características de los geocomplejos, los criterios y atributos sobre la oferta del paisaje, se emplearon para determinar una propuesta de manejo del territorio.

Esta propuesta asigna a cada geocomplejo un uso que permita mitigar o prevenir los procesos de degradación. Resultado de la metodología empleada y en aras del desarrollo sustentable y conservación de valores bióticos se propone el 27.3% del área para uso forestal y 43.8% para conservación, así como el 28.9% destinada a áreas agrícolas y pecuarias. Es importante que las actividades agropecuarias y forestales se desarrollen bajo una óptica de mejoramiento en las técnicas actuales de desarrollo de las mismas, con la finalidad de mitigar los efectos que tienen sobre los geocomponentes.

Cabe señalar que la información generada en este documento, tiene la finalidad de servir de referente para estudios con objetivos diferentes (Evaluaciones de Impacto Ambiental, Riesgos, Ordenamiento Ecológico Territorial), ya que señala las principales características del territorio, identifica las causas y consecuencias relacionadas con la pérdida de los atributos y cualidades producto de la forma de utilización actual del territorio, y propone una redistribución de las actividades, a partir de la oferta natural del paisaje.

RECOMENDACIONES

La información empleada para llevar a cabo el presente trabajo fue de utilidad para alcanzar los objetivos planteados, no obstante, a través del desarrollo de la investigación se identificaron procesos que pueden ser modificados con la finalidad de complementar y ampliar el análisis.

En la metodología, la obtención de las unidades de paisaje toma como base la información cartográfica. Para la zona de estudio, la cartografía se retomó de la generada por otros autores en la escala definida para el trabajo pero en ocasiones no corresponde al periodo de tiempo en el que se realiza el estudio, por lo tanto, se señala la importancia de actualizar la cartografía a emplear.

Por otra parte, la selección de indicadores responde a los objetivos planteados en la tesis, la evaluación ambiental no está sujeta a emplear los parámetros escogidos en este trabajo, lo que deja abierta la posibilidad de emplear distintos indicadores o crear otros, con la finalidad de ampliar los geocomponentes analizados.

Con base en las características que presenta el territorio, la caracterización actual de las principales problemáticas, así como la utilización que se pretende hacer del Circuito Turístico Chilpancingo – Azul, el autor considera oportuno recomendar a las autoridades correspondientes la realización del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, como instrumento que permita conocer más a fondo los cambios en el área de estudio, que puedan producirse al buscar el desarrollo de la zona, a partir de la actividad turística.

Los resultados obtenidos en este trabajo constituyen los primeros esfuerzos para identificar unidades de síntesis territorial, entre la dinámica y problemáticas ambientales resultado de la interacción hombre - naturaleza, por lo que se sugiere se considere este trabajo para estudios posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

Arcia Rodríguez, M. I. (1994). Geografía del Medio Ambiente: una alternativa del ordenamiento ecológico. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, 289 p.

Antrop, M. (1997). The concept of traditional landscapes as a base for landscape evaluation and planning. The example of Flanders Region. *Landscape Urban Planning* 38, pp.105-117.

Antrop, M. (2000). Background concepts for integrated landscape analysis. Elsevier, pp. 17-28.

Bautista C. A., J. Etchevers B., R. F., del Castillo y C., Gutiérrez. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas: Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente (España)*. Año XIII No. 2 (Mayo-Agosto), 10 p.

Bertalanfy, L. (1989). Teoría General de los Sistemas: Fundamentos, Desarrollo, Aplicaciones. Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura Económica; Séptima reimpresión. México, D. F.

Bertrand, G. (1968). Paisaje y y Geografía Física Global, Antología de Textos.

Bie, S.W., *et. al.* El contexto de los indicadores en la FAO., Dirección de Investigación, Extensión y Capacitación, FAO, Roma, Italia.

Billings, W. (1970). Las plantas y el ecosistema. Editorial Herrero, México, D. F.

Bollo Manent, M., J. R., Hernández Santana, M. A., Ortiz Pérez, 2007a. Aptitud natural de uso. En Diagnóstico integrado del subsistema natural. Instituto de Geografía, pp. 255-296. En Ordenamiento ecológico territorial de la zona petrolera de la región V Norte del Estado de Chiapas. *Etapa II*. Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.

Bollo Manent, M., Hernández Santana, J. R., 2007b. Formulación del modelo de ocupación del territorio. Instituto de Geografía, 149 p. En Ordenamiento ecológico territorial de la zona petrolera de la región V Norte del Estado de Chiapas. *Etapa IV*". Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.

Bolós, Capdevila María de (1992). Manual de ciencia del paisaje, teoría, métodos y aplicaciones. Ed. Masson S.A., Barcelona, España, 273 p.

Bucek, A. y J., Lacina (1979). Utilization of Biogeographical differentiation for protection and formation of landscape en *Proceedings Vth. International Symposium on Problems of Ecological Landscape Research*. Stará Lesna, pp. 329-338.

Bucek, A. (1981). Biogeografická diferenciace krajiny. Ocenování přírodních zdeju. CSAV, Praha, 20 p.

Bucek, A. (1981). Problemática de la investigación geográfica del medio ambiente. *Studia geographica*, 86, pp. 17-25.

- Cáncer, L. A. (1999). La degradación y la protección del paisaje. Ed. Cátedra, Madrid, España, 247 p.
- Caudeau Dufat, R. (2005). Regionalización Automatizada del Parque Nacional Nevado de Toluca y su relación con el deterioro Ambiental. Tesis de Maestría, UAEM, Toluca, pp. 19-25.
- Carbajal Monroy, J. C. (2004). Geomorfología Kárstica de la Carta Quechultenango E14 C39. Tesis Licenciatura en Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, 136 p.
- Cerca, M. (2003). Tectónica del Cretácico y Terciario en el Sur de México. Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México (inédito).
- Cerca, M. (2004). Deformación y magmatismo Cretácico Tardío - Terciario Temprano en la Zona de la Plataforma Guerrero - Morelos. Tesis de Doctorado. Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Cervantes, B. (1993). Método Geosistémico prospectivo, su filosofía y aplicaciones, en Boletín del Instituto de Geografía, núm. 17, Especial, México, D. F., pp. 27-38.
- Cervantes, J. (1979). Reseña general sobre la investigación sistémica del medio natural. Boletín 9, Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F.
- Consejo de Recursos Minerales, SECOFI, Coordinación General de Minería (1998). Monografía Geológico - Minera del Estado de Guerrero (1998), México, D. F., 262 p.
- Charley R. y Kennedy A. (1971). Physical Geography: a systems approach. Prentice-Hall, London.
- D'Luna, C. (1995). Evaluación del paisaje para el ordenamiento territorial en el área de conservación La Esperanza, Guanajuato. Tesis para optar por el grado de Maestría en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- De Cserna, Z. (1965). Reconocimiento geológico de la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero. Boletín del Instituto de Geología.
- De Cserna, Z. (1970). Libro-Guía de la excursión geológica México-Oaxaca. Sociedad Geológica Mexicana, México, D. F.
- DETENAL (1979). Descripción de la leyenda de la carta edafológica.
- Drew, D. (1993). Man environment processes. Gerge Allen & Unwin. London, G. B.
- Easton, D. (1956). An aproach to the analysis of political systems. World Politics. Vol. IX. USA.
- Espinosa, L. (2001). Geomorfología del Noreste del Nevado de Toluca, México. Tesis para optar por el Grado de Maestro en Geografía, División de Estudios de Postgrado,

Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 142 p.

Estevan Bolea, M. T. (1980). Las evaluaciones de impacto ambiental. Centro Internacional de Fomento en Ciencias Ambientales (CIFCA). Madrid, España, 235 p.

Etter, A. (1991). Introducción a la Ecología del Paisaje: Un marco de integración para los levantamientos rurales. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Colombia.

Feibelman, H. (1971). The theory of integrative levels. In: Journal of Phil. Science, Falta el No. de páginas.

Fries, C. (1960). Geología del Estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero, región central - meridional de México. Boletín del Instituto de Geología.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1989). Guía para la Interpretación de la Cartografía: Edafología. México, D. F., 45 p.

Secretaría de Planeación y Presupuesto (SEPLAP)-Gobierno del Estado de Guerrero (1985). Geografía Física del Estado de Guerrero, Chilpancingo, 155 p.

García, R., J., Muñoz (2002). El Paisaje en el Ámbito de la Geografía, III.3 Métodos y Técnicas para el estudio del Territorio. Instituto de Geografía, México DF. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 131 p.

Gómez Orea, D. (1988). Evaluación de Impacto Ambiental: En: Ciudad y Territorio. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid, España, 238 p.

González, F. (1981). Ecología y paisaje. H. Blume ediciones. Madrid.

González, O. y Arcia M. (1984). Fundamentos teóricos y metodológicos de la Geografía del Medio Ambiente. En: Geografía del Medio Ambiente: Una alternativa del ordenamiento ecológico. Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Gore, A. (1993). La Tierra en juego. Ecología y conciencia humana, Emecé Editores, Buenos Aires.

Glushko, F. V. y Y. V. G. Ermakov (1998). Evaluación geoecológica del impacto antropogénico sobre los paisajes contemporáneos en fotos cósmicas. Naturaleza y Recursos, T. XXIV, núms. 2 y 4. Moscú, pp. 32-44. (en ruso).

Hernández Santana, J. R., Bollo Manent, M., Rojas García, O., Sánchez Salazar, M. T., Ortiz Álvarez, M. I., Ortiz Pérez, M. A., Casado Izquierdo, J. M., Azuela, A., Villaseñor Franco, A., Méndez Linares, A. P., López Miguel, C., Hernández Cerda, M. E., Perevochtchikova, M., Gómez Rodríguez, G., Zarza Villanueva, H., Alfaro Sánchez, G., Rodríguez Vangort, F., Mendoza Herrera, A., García de la Rosa, O., Lozada, L. (2007). Ordenamiento ecológico territorial de la zona petrolera de la Región V Norte de Chiapas. Instituto de Historia Natural y Ecología, Tuxtla Gutiérrez, 9 t.

Isachenko, A. G. (1976). Investigaciones de paisaje y optimización del medio geográfico. Documentos del Instituto de Geografía en Liberia y Lejano Oriente. 48, pp. 31-37 (en ruso).

King, Ch. (1990). Geografía Física. Ed. Oikos Tau. Madrid.

Kotliakov, V. M., Y. P., Trofimov, Seliverstov y N. M., Soloduja (1995). Modelamiento de las situaciones ecológicas. Revista de la Academia de Ciencias de Rusia, núm. 1, pp. 5-20. (en ruso).

Lazlo, E. (1972). The systems view of the world. Blackwell, Oxford.

Marinov, H. (1979). Theory about the equilibrium within the system man and society. V Medzinarodne Symposium o Problematike Ekologickeho Vyskumu Krajiny; Stara Lesna, Checoeslovaquia, pp. 55-60.

Martín Cantarino, C. (1999). El Estudio del impacto ambiental. Universidad de Alicante, Departamento de Ecología. España.

Mateo Rodríguez, J. (1984). Apuntes de Geografía de los Paisajes. Universidad de la Habana, Facultad de Geografía, La Habana, 469 p.

Mateo Rodríguez, J. (1991). Geoecología de los Paisajes. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela. 467 pp.

Mateo Rodríguez, J., M. A., Ortiz Pérez (2001). La degradación de los paisajes como concepción teórico-metodológica. Serie Varia, núm. 1, Instituto de Geografía, UNAM, 36 p.

Mendoza, R. (2004). El valor del paisaje como una propuesta metodológica de diagnóstico sistémico integral en la cuenca del río Papagayo, Gro., Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

Michal, I. (1984). Ecosistema-geosistema-geobiocenosis: una concepción de la Teoría General de Sistemas. Ziva.

Miranda Vera, C. E. (1997). Filosofía y medio ambiente: Una aproximación teórica. Ed. Taller Abierto, México, D. F.

Mitchell, C. (1973). Land evaluation. Longinan, London.

Nardo, M. *et al.* (2005). Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide. OECD Statistics Working Paper, pp. 46 - 51.

Naveh, Z., A., Liebermann (1993). Landscape ecology: Theory and Application. Springer Veday, New Cork.

Ortiz Pérez, M. A. (1988). Algunos conceptos de Geografía. En: Resumen de Ponencia dictada en la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. (Inédito).

Palacio, G. (1995). Ensayo metodológico geosistémico para el estudio de los riesgos naturales. Tesis de Maestría en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Palacio-Prieto, J. L., M. T., Sánchez, J. M., Casado, E., Propin, J., Delgado, A., Velázquez, L., Chías Becerril, M. I., Ortiz, J., González, G., Negrete, J., Gabriel, R., Márquez, T., Nieda, R., Jiménez, E. Muñoz, D., Ocaña, E., Juárez, C., Anzaldo, J. C., Hernández, K., Valderrama, J., Rodríguez, J. M., Campos, H., Vera, C. G., Camacho (2004). Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. México, D. F., 161 p.

Peña, O. y A., Sanguin (1984). El mundo de los Geógrafos. Oikos Tau S.A. Ediciones Barcelona.

Preobrazhenskii, V y T. Aleksandrova. (1989). Fundamentos geoecológicos de la Proyección y Planificación territorial. NAUKA, Moscú. 100 p.

Quíntela, J. (1996). El inventario, el análisis y el diagnóstico geoecológico de los paisajes mediante el uso de los sistemas de información geográficas (SIG). Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Geográficas, Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, 204 p.

Reyes Gómez, J. (2003). Evaluación de impacto ambiental por la construcción de la carretera Atizapán - Atlacomulco, Estado de México, Toluca, 109 p.

Roldán Chávez, J. y E., Sánchez Flores (1997). Ordenamiento Ecológico del Paisaje en el Parque Estatal "Chapa de Mota". México, D. F., 146 p.

Rumora, T. G., I. N., Volkova y T. G., Nefedova (1994). Evaluación del impacto antropogénico en el medio para los objetivos del manejo de la utilización de la naturaleza (en ruso), Revista de la Academia de Ciencias de Rusia, núm. 1, pp. 31-40. (en ruso).

Salinas E., J., Mateo, M., Bollo, S., Montiel, y D., Ulloa (1993). El ordenamiento geoecológico de los paisajes. En: Resúmenes del I Taller Internacional sobre Ordenamiento Geoecológico de los Paisajes. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana. La Habana.

Salinas, J. (1986). Estudio Geológico de la Porción occidental de la Región de la Montaña, Estado de Guerrero. IPN (Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura), México, D. F.

Salinas, E; R. González; S. Montiel, J. Quíntela. (1999). Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, México. Gobierno del Estado y Consejo Estatal de Ecología, Documento de gobierno. 343 p.

Sabanero, M. (1990). Ruptura del Extremo Austral de la Plataforma Guerrero-Morelos determinada por la Acreción Constructiva Transformante del terreno Xolapa. IPN (Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura) México, D. F.

Sdasiuk, G. V. y A. S., Shestakov (1994). Situaciones ecológico-geográficas y necesidades del paso al desarrollo sustentable (en ruso).

Strahler, A. (1982). Geografía Física. Ed. Omega. España, pp.521 - 540.

Tricart, J. (1981). La Tierra planeta viviente. Akal editores. Madrid, España.

Tricart, J. y C., Kiewet de Jorge (1992). Ecogeography and rural management: A contribution to the internacional Geosphere-Biosphere Programme. Longman Scientific & Technical, Burnt Hill, England.

Troll, C. (1950). Die Geographische Landschaft und ihre Erürschung. Studium Generale, pp. 163-182.

Van Gigh, J. (1981). Teoría General de Sistemas Aplicada. Ed. Trillas. México, D. F.

Vidal Zepeda, R. (2005). Las Regiones Climáticas de México. Ed. UNAM. México, D. F., pp. 145-167.

Weiss, P. (1962). Experience and experiment in Biology. Science, 139. USA.

Widaki, W. (1986). The three states of a functioning geosystem: optimal, critical and catastrophic, Landscape Synthesis. Conference Papers, Parts. I, Geocological found, Halle, pp. 156-161.

Zonneveld, I. S. (1995). Land ecology: and introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation. SPB Academic Publishing Amsterdam, 199 p.

Citas electrónicas

INEGI (2007). Provincias fisiográficas, [ttp://mapserver.INEGI.gob.mx/map/datos/fisiografia](http://mapserver.INEGI.gob.mx/map/datos/fisiografia).

A N E X O S

ANEXO	DESCRIPCIÓN
T1	SUPERFICIE POR TIPO DE SUELO AL INTERIOR DE LAS UNIDADES DE PAISAJE.
T2	CÁLCULO DE EROSIÓN LAMINAR HÍDRICA POR UNIDAD DE PAISAJE.
T3	CÁLCULO DE DENSIDAD DE DISECCIÓN POR UNIDAD DE PAISAJE
T4	CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE BIFURCACIÓN POR UNIDAD DE PAISAJE.
T5	SUPERFICIE CORRESPONDIENTE A VEGETACIÓN Y USO DE SUELO POR UNIDAD DE PAISAJE.
T6	CÁLCULO DE LA TASA DE DEFORESTACIÓN POR UNIDAD DE PAISAJE.
T7	CÁLCULO DE LA RELACIÓN COBERTURA NATURAL/ANTRÓPICA POR UNIDAD DE PAISAJE.
T8	CÁLCULO DEL INDICADOR DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ASENTAMIENTOS POR UNIDAD DE PAISAJE
T9	CÁLCULO DEL INDICADOR DE DENSIDAD DE VÍAS DE COMUNICACIÓN POR UNIDAD DE PAISAJE

T1- SUPERFICIE POR TIPO DE SUELO AL INTERIOR DE LAS UNIDADES DE PAISAJE

UNIDAD	SUP. TOTAL (M ²)	TIPO DE SUELO												VERTISOL PELICO		TOTAL	%														
		ACRISOL ORTICO		CAMBISOL CALICO		CAMBISOL EURICO		FEOZEM HAPLICO		FEOZEM LUVICO		FLUVISOL CALCARICO		LITOSOL				LUVISOL CROMICO		LUVISOL ORTICO		LUVISOL PLINTICO		REGOSOL CALCARICO		REGOSOL EURICO		RENDZINA			
		SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%			SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%
B01	338.53	16.07	4.75	0.00	0.00	8.33	2.46	0.00	0.00	21.53	6.36	0.00	0.00	61.03	18.03	12.70	3.75	101.29	29.92	0.00	0.00	2.69	0.79	17.72	5.23	97.18	28.71	0.00	0.00	338.53	100.00
A01	234.89	0.00	0.00	2.38	1.02	0.29	0.12	0.00	0.00	0.04	0.02	0.54	0.23	3.52	1.50	33.00	14.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.63	10.91	166.66	70.95	2.82	1.20	234.88	100.00
A02	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	32.82	0.00	0.00	0.00	0.00	3.48	67.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.18	100.00	
A03	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.71	95.13	0.00	0.00	3.90	100.00	
B02	12.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.59	21.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	5.02	8.81	73.28	0.00	0.00	12.02	100.00
A04F	12.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	2.10	0.00	0.00	0.10	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	7.48	72.41	0.06	0.58	10.33	100.00		
B04	3.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	18.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.94	81.22	0.00	0.00	3.62	100.00	
A04A	62.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	35.92	57.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.78	41.52	0.38	0.61	62.09	100.00	
B05	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	7.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73	92.02	0.00	0.00	1.88	100.00	
A04C	56.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.37	29.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.63	70.70	0.00	0.00	56.05	100.00	
A04B	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	92.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.87	100.00	
A04D	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	100.00	
B06	27.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.30	82.35	0.78	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	3.99	14.73	0.00	0.00	27.08	100.00
A04E	14.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	13.84	97.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.16	100.00
A05A	39.99	0.00	0.00	14.71	36.78	0.00	0.00	0.37	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.99	59.99	0.00	0.00	0.78	1.95	0.13	0.33	39.99	100.00
B07	38.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.73	62.30	6.39	16.78	2.36	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	9.19	0.00	0.00	0.00	0.00	38.09	100.00
A05B	62.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	54.32	87.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.95	12.75	0.00	0.00	62.35	100.00
A06B	3.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	15.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.89	84.50	0.00	0.00	3.42	100.00	
A06A	46.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.21	2.63	0.00	0.00	0.16	0.35	0.00	0.00	1.92	4.17	42.72	92.83	0.01	0.02	46.02	100.00
C01	22.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	1.44	13.53	26.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.14	10.01	31.93	62.19	0.00	0.00	51.34	100.00
A07	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.55	11.51	0.00	0.00	3.20	14.44	0.00	0.00	0.00	0.00	16.38	73.92	0.03	0.14	22.16	100.00
B09	28.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	28.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.05	71.68	0.00	0.00	28.79	100.00
A08	10.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.92	45.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.18	4.32	39.78	1.38	12.71	10.86	100.00
B10	20.22	0.00	0.00	0.00	0.00	15.55	76.90	0.00	0.00	1.60	7.91	0.00	0.00	0.23	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84	9.10	1.00	4.95	0.00	0.00	20.22	100.00
B11	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	100.00	0.00	0.00	0.61	100.00	
B12A	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66	100.00	0.00	0.00	1.66	100.00	
B12B	2.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	23.38	0.00	0.00	1.54	76.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.01	100.00	
B13	27.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.54	12.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.07	86.12	0.00	0.00	27.95	100.00
A09	10.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.73	26.98	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	12.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.09	60.18	0.00	0.00	10.12	100.00
A10	5.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	12.05	0.00	0.00	3.50	62.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	15.29	0.54	9.71	0.00	0.00	5.56	100.00		
C02	19.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.05	73.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.67	24.48	0.00	0.00	19.08	100.00
A11	2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	8.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	12.55	0.00	0.00	0.00	0.00	2.39	100.00	
B14	8.59	0.00	0.00	0.00	0.00	11.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.74	55.18	0.00	0.00	10.12	100.00	
A12A	10.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	21.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36	12.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.94	100.00	
A13	28.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.21	11.32	0.00	0.00	0.00	0.00	23.99	84.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	4.09	0.00	0.00	28.36	100.00
C03	55.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.39	26.01	0.00	0.00	0.00	0.00	13.59	24.57	0.00	0.00	0.00	0.00	7.73	13.97	0.00	0.00	14.03	25.36	5.58	10.09	55.32	100.00
A14	2.38	0.00	0.00																												

T2: CÁLCULO DE LA EROSIÓN LAMINAR HÍDRICA POR UNIDAD DE PAISAJE

UNIDAD DE PAISAJE	PECRE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	EROSION LAMINAR
A01	147.1	150.7	1.0	0.299	11.00	0.20	102.66
A02	147.1	150.7	0.7	0.300	11.00	0.21	68.97
A03	147.1	150.7	0.8	0.310	11.00	0.19	82.96
A04a	147.1	150.7	0.5	0.299	11.00	0.35	86.03
A04b	147.1	150.7	0.6	0.300	11.00	0.14	42.72
A04c	214.5	226.3	1.0	0.300	11.00	0.22	161.98
A04d	147.1	150.7	0.5	0.300	11.00	0.24	63.24
A04e	147.1	150.7	0.8	0.300	11.00	0.35	135.68
A04f	147.1	150.7	0.8	0.299	11.00	0.23	89.09
A05a	147.1	150.7	0.5	0.302	11.00	0.44	117.71
A05b	147.1	150.7	0.6	0.300	11.00	0.15	49.56
A06a	214.5	226.3	1.0	0.300	11.00	0.15	106.72
A06b	214.5	226.3	1.0	0.300	11.00	0.29	216.87
A07	147.1	150.7	1.7	0.300	3.50	0.74	205.20
A08	147.1	150.7	1.0	0.378	3.50	0.47	92.56
A09	147.1	150.7	0.7	0.300	0.35	0.49	5.35
A10	147.1	150.7	1.6	0.324	0.35	0.44	12.23
A11	147.1	150.7	0.9	0.250	0.35	0.80	9.88
A12a	147.1	150.7	0.6	0.277	0.35	0.69	5.84
A12b	147.1	150.7	0.5	0.267	0.35	0.60	4.57
A13	147.1	150.7	0.7	0.300	0.35	0.66	7.31
A14	214.5	226.3	0.8	0.300	0.35	0.25	4.61
B01	147.1	150.7	0.6	0.265	11.00	0.14	38.69
B02	147.1	150.7	1.0	0.300	11.00	0.11	57.13
B03	147.1	150.7	0.7	0.300	11.00	0.10	35.36
B04	147.1	150.7	0.9	0.300	11.00	0.26	122.66
B05	214.5	226.3	0.5	0.300	11.00	0.11	40.21
B06	147.1	150.7	0.5	0.300	11.00	0.11	26.16
B07	147.1	150.7	0.6	0.294	11.00	0.10	30.60
B08	147.1	150.7	0.6	0.300	11.00	0.18	49.09
B09	214.5	226.3	0.6	0.300	3.50	0.29	38.91
B10	214.5	226.3	0.9	0.300	3.50	0.44	92.13
B11	147.1	150.7	0.5	0.300	0.35	0.67	5.43
B12a	147.1	150.7	1.7	0.300	0.35	0.67	18.45
B12b	214.5	226.3	1.1	0.300	0.35	0.81	20.34
B13	147.1	150.7	1.6	0.287	0.35	0.44	10.41
C1	214.5	226.3	0.9	0.300	0.35	0.62	13.52
C2	147.1	150.7	0.8	0.300	0.35	0.76	9.28
C3	147.1	150.7	0.7	0.290	0.35	0.58	6.52
C4	214.5	226.3	0.8	0.300	0.35	0.38	7.21

T3: CÁLCULO DE DENSIDAD DE DISECCIÓN POR UNIDAD DE PAISAJE

UNIDAD DE PAISAJE	SUPERFICIE	LONGITUD DE CAUCES	DENSIDAD DE DISECCIÓN
A01	234.89	707.40	3.0
A02	5.18	14.22	2.7
A03	3.90	12.57	3.2
A04a	62.09	263.05	4.2
A04b	4.87	12.35	2.5
A04c	56.05	144.12	2.6
A04d	1.67	3.57	2.1
A04e	14.16	50.80	3.6
A04f	12.88	30.82	2.4
A05a	39.99	151.10	3.8
A05b	62.35	224.77	3.6
A06a	46.02	129.28	2.8
A06b	3.42	7.05	2.1
A07	2.86	15.71	5.5
A08	10.86	35.22	3.2
A09	10.12	28.76	2.8
A10	5.56	26.39	4.7
A11	2.39	10.08	4.2
A12a	10.94	42.70	3.9
A12b	8.59	39.25	4.6
A13	28.36	88.16	3.1
A14	2.38	12.30	5.2
B01	338.53	987.94	2.9
B02	12.02	33.93	2.8
B03	10.33	42.77	4.1
B04	3.62	17.42	4.8
B05	1.88	4.94	2.6
B06	27.08	104.11	3.8
B07	38.09	142.87	3.8
B08	51.34	158.37	3.1
B09	28.79	90.67	3.1
B10	20.22	67.11	3.3
B11	0.61	2.88	4.7
B12a	1.66	7.67	4.6
B12b	2.01	7.26	3.6
B13	27.95	80.25	2.9
C1	22.16	63.89	2.9
C2	19.08	66.56	3.5
C3	55.32	196.19	3.5
C4	1.57	7.07	4.5

T4: CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE BIFURCACIÓN POR UNIDAD DE PAISAJE

UNIDAD DE PAISAJE	ORDEN DE SEGMENTOS	NÚMERO DE SEGMENTOS	LONGITUD DE SEGMENTOS	LONGITUD MEDIA	LONGITUD MEDIA (ACUMULATIVA)	PENDIENTE DE SEGMENTOS	RELACIÓN DE BIFURCACIÓN
A01	1	1085	466.19	0.43	0.43	6° - 30°	4.9
	2	221	139.17	0.63	1.06	15° - 45°	4.4
	3	50	73.93	1.48	2.54	15° - 45°	7.1
	4	7	28.11	4.02	6.55	6° - 30°	
	TOTAL	1363	707.4				5.5
A02	1	21	11.24	0.54	0.54	15° - 30°	4.2
	2	5	2.51	0.50	1.04	6° - 15°	5.0
	3	1	0.47	0.47	1.51	0° - 3°	
	TOTAL	27	14.22				4.6
	1	33	10.25	0.31	0.31	15° - 30°	6.6
A03	2	5	2.31	0.46	0.77	6° - 15°	
	TOTAL	38	12.56				6.6
	1	462	193.49	0.42	0.42	15° - 30°	4.6
	2	100	40.26	0.40	0.82	6° - 30°	6.7
	3	15	26.52	1.77	2.59	15° - 45°	3.8
A04a	4	4	2.77	0.69	3.28	6° - 45°	
	TOTAL	581	263.04				5.0
	1	31	9.57	0.31	0.31	6° - 30°	6.2
	2	5	2.08	0.42	0.73	6° - 30°	5.0
	3	1	0.7	0.70	1.43	15° - 30°	
A04b	TOTAL	37	12.35				5.6
	1	219	101	0.46	0.46	6° - 30°	4.6
	2	48	29.34	0.61	1.07	0° - 15°	4.8
	3	10	9.23	0.92	1.99	0° - 6°	3.3
	4	3	4.55	1.52	3.51	6° - 30°	
A04c	TOTAL	280	144.12				4.2
	1	15	3.57	0.24	0.24	6° - 30°	0.0
	TOTAL	15	3.57				0.0
	1	109	37	0.34	0.34	6° - 30°	4.7
	2	23	9.15	0.40	0.74	6° - 15°	5.8
A04e	3	4	3.73	0.93	1.67	6° - 15°	4.0
	4	1	0.92	0.92	2.59	0° - 6°	
	TOTAL	137	50.8				4.8
	1	54	26.2	0.49	0.49	6° - 30°	9.0
	2	6	4.61	0.77	1.26	6° - 30°	
A04f	TOTAL	60	30.81				9.0
	1	290	108.36	0.37	0.37	6° - 30°	5.5
	2	53	27.81	0.52	0.89	6° - 15°	5.9
	3	9	8.8	0.98	1.87	6° - 15°	4.5
	4	2	6.12	3.06	4.93	0° - 30°	
A05a	TOTAL	354	151.09				5.3
	1	346	160.67	0.46	0.46	15° - 30°	4.7
	2	74	39	0.53	0.99	6° - 15°	4.1
	3	18	21.83	1.21	2.20	6° - 15°	6.0
	4	3	3.26	1.09	3.29	0° - 15°	
A05b	TOTAL	441	224.76				4.9

A06a	1	191	87.54	0.46	0.46	0° - 15°	5.5
	2	35	25.02	0.71	1.17	15° - 30°	7.0
	3	5	14.18	2.84	4.01	6° - 15°	5.0
	4	1	2.55	2.55	6.56	6° - 15°	5.8
	TOTAL	232	129.29				
A06b	1	19	5.94	0.31	0.31	6° - 30°	6.3
	2	3	1.1	0.37	0.68	0° - 6°	6.3
	TOTAL	22	7.04				
A07	1	48	9.66	0.20	0.20	6° - 30°	4.8
	2	10	4.79	0.48	0.68	6° - 15°	5.0
	3	2	1.26	0.63	1.31	6° - 15°	4.9
	TOTAL	60	15.71				
A08	1	98	23.43	0.24	0.24	6° - 30°	4.9
	2	20	9.68	0.48	0.72	3° - 15°	6.7
	3	3	2.11	0.70	1.43	3° - 15°	5.8
	TOTAL	121	35.22				
A09	1	46	19.61	0.43	0.43	3° - 15°	4.2
	2	11	8.2	0.75	1.18	3° - 15°	11.0
	3	1	0.95	0.95	2.13	6° - 15°	7.6
	TOTAL	58	28.76				
A10	1	49	14.2	0.29	0.29	0° - 30°	4.9
	2	10	7.95	0.80	1.09	0° - 6°	5.0
	3	2	3.15	1.58	2.66	0° - 6°	2.0
	4	1	1.1	1.10	3.76	0° - 3°	4.0
	TOTAL	62	26.4				
A11	1	18	3.93	0.22	0.22	0° - 15°	4.5
	2	4	5.71	1.43	1.65	0° - 3°	4.0
	3	1	0.44	0.44	2.09	0° - 3°	4.3
	TOTAL	23	10.08				
A12a	1	69	20.63	0.30	0.30	15° - 30°	5.3
	2	13	10.94	0.84	1.14	3° - 15°	3.3
	3	4	7.78	1.95	3.09	0° - 6°	4.0
	4	1	3.34	3.34	6.43	0° - 3°	4.2
	TOTAL	87	42.69				
A12b	1	80	20.07	0.25	0.25	0° - 30°	3.8
	2	21	10.92	0.52	0.77	0° - 15°	5.3
	3	4	7.85	1.96	2.73	0° - 6°	4.0
	4	1	0.41	0.41	3.14	0° - 6°	4.4
A13	TOTAL	106	39.25				
	1	173	45.51	0.26	0.26	3° - 15°	3.8
	2	45	22.81	0.51	0.77	0° - 15°	4.1
	3	11	17.28	1.57	2.34	0° - 3°	11.0
	4	1	2.56	2.56	4.90	0° - 3°	6.3
A14	TOTAL	230	88.16				
	1	27	6.72	0.25	0.25	6° - 30°	5.4
	2	5	4.55	0.91	1.16	0° - 15°	5.0
	3	1	1.03	1.03	2.19	0° - 3°	5.2
TOTAL	33	12.3					

B01	1	1434	654.85	0.46	0.46	6° - 45°	4.7
	2	307	196.97	0.64	1.10	15° - 45°	4.1
	3	75	99.52	1.33	2.43	6° - 30°	5.0
	4	15	35.25	2.35	4.78	30° - 45°	15.0
	5	1	1.34	1.34	6.12	30° - 45°	
	TOTAL	1832	987.93				7.2
B02	1	85	26.22	0.31	0.31	6° - 30°	4.5
	2	19	6.11	0.32	0.63	6° - 15°	6.3
	3	3	1.6	0.53	1.16	6° - 30°	
	TOTAL	107	33.93				5.4
B03	1	111	31.88	0.29	0.29	15° - 45°	4.3
	2	26	9.1	0.35	0.64	6° - 30°	8.7
	3	3	1.79	0.60	1.24	6° - 30°	
	TOTAL	140	42.77				6.5
B04	1	27	15.28	0.57	0.57	15° - 45°	6.8
	2	4	2.14	0.54	1.11	6° - 45°	
	TOTAL	31	17.42				6.8
B05	1	12	3.4	0.28	0.28	6° - 45°	4.0
	2	3	1.54	0.51	0.79	6° - 30°	
	TOTAL	15	4.94				4.0
B06	1	202	79.1	0.39	0.39	15° - 45°	5.6
	2	36	17	0.47	0.86	15° - 45°	9.0
	3	4	3.77	0.94	1.80	6° - 30°	4.0
	4	1	4.24	4.24	6.04	6° - 15°	
	TOTAL	243	104.11				6.2
B07	1	255	95.97	0.38	0.38	30° - >45°	4.6
	2	56	27.27	0.49	0.87	15° - 45°	4.7
	3	12	15.34	1.28	2.15	15° - 45°	4.0
	4	3	4.29	1.43	3.58	15° - 45°	
	TOTAL	326	142.87				4.4
B08	1	296	89.41	0.30	0.30	6° - 30°	5.2
	2	57	34.9	0.61	0.91	6° - 30°	3.0
	3	19	15.75	0.83	1.74	6° - 30°	4.8
	4	4	9.14	2.29	4.03	0° - 15°	4.0
	5	1	9.18	9.18	13.21	6° - 45°	
	TOTAL	377	158.38				4.2
B09	1	118	46.16	0.39	0.39	6° - 30°	4.5
	2	26	21.28	0.82	1.21	6° - 15°	3.3
	3	8	17.7	2.21	3.42	6° - 30°	2.7
	4	3	4.13	1.38	4.80	0° - 3°	3.0
	TOTAL	156	90.67				3.4
B10	1	105	41.81	0.40	0.40	6° - 30°	4.0
	2	26	20.15	0.78	1.18	6° - 15°	4.3
	3	6	4.57	0.76	1.94	6° - 15°	6.0
	4	1	0.58	0.58	2.52	3° - 15°	
	TOTAL	138	67.11				4.8

B11	1	10	1.52	0.15	0.15	6° - 30°	3.3
	2	3	0.58	0.19	0.34	0° - 15°	3.0
	3	1	0.77	0.77	1.11	0° - 3°	
	TOTAL	14	2.87				3.2
B12a	1	16	5.05	0.32	0.32	6° - 30°	16.0
	2	1	2.62	2.62	2.94	0° - 6°	
	TOTAL	17	7.67				16.0
B12b	1	12	3.56	0.30	0.30	0° - 6°	3.0
	2	4	2.09	0.52	0.82	0° - 6°	4.0
	3	1	1.61	1.61	2.43	0° - 6°	
	TOTAL	17	7.26				3.5
B13	1	102	54.82	0.54	0.54	6° - >45°	5.1
	2	20	19.27	0.96	1.50	3° - 30°	5.0
	3	4	6.16	1.54	3.04	3° - 15°	
	TOTAL	126	80.25				5.1
C1	1	90	35.36	0.39	0.39	3° - 30°	4.1
	2	22	19.24	0.87	1.26	6° - 30°	5.5
	3	4	6.15	1.54	2.80	6° - 15°	4.0
	4	1	3.14	3.14	5.94	0° - 15°	
	TOTAL	117	63.89				4.5
C2	1	91	33.2	0.36	0.36	3° - 30°	5.1
	2	18	18.1	1.01	1.37	6° - 30°	18.0
	3	1	15.26	15.26	16.63	6° - 15°	
	TOTAL	110	66.56				11.5
C3	1	241	105.85	0.44	0.44	6° - 30°	3.9
	2	62	49.86	0.80	1.24	6° - 15°	6.2
	3	10	14.34	1.43	2.68	6° - 15°	5.0
	4	2	2.85	1.43	4.10	3° - 15°	2.0
	5	1	23.29	23.29	27.39	3° - 15°	
	TOTAL	316	196.19				4.3
C4	1	15	4.5	0.30	0.30	6° - 30°	3.8
	2	4	0.91	0.23	0.53	0° - 15°	4.0
	3	1	1.66	1.66	2.19	0° - 3°	
	TOTAL	20	7.07				3.9

UNIDAD	T5: SUPERFICIE CORRESPONDIENTE A VEGETACIÓN Y USO DE SUELO POR UNIDAD DE PAISAJE																		PORCENTAJE				
	VEGETACIÓN Y USO DE SUELO																	USO DE SUELO					
	SUP. TOTAL (KM ²)	AGRICULTURA DE RIEGO		AGRICULTURA TEMPORAL A DE		BOSQUE DE ENCINO		BOSQUE MIXTO		BOSQUE DE PINO		BOSQUE MESOFILO		PALMAR		PASTIZAL INDUCIDO				SELVA BAJA CADUCIFOLIA		URBANO	VEG
SUP.		%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%	SUP.	%			
B1	338.53	0.07	0.02	17.05	5.04	73.80	21.80	97.04	28.67	0.00	0.00	27.26	8.05	0.00	0.00	29.63	8.75	93.68	27.67	0.00	0.00	86.19	13.81
A1	234.89	0.00	0.00	31.79	13.53	95.94	40.84	5.66	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.78	13.53	69.72	29.68	0.00	0.00	72.94	17.05
A2	5.18	0.00	0.00	0.79	15.25	4.39	84.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.75	25.26
A3	3.90	0.00	0.00	0.52	13.33	3.38	86.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.67	13.33
B2	12.02	0.00	0.00	0.17	1.42	0.00	0.00	0.42	3.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	1.92	11.20	93.16	0.00	0.00	96.63	3.34
B3	10.33	0.00	0.00	0.00	0.00	6.86	66.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	6.78	2.77	26.82	0.00	0.00	93.22	6.78
A4f	12.88	0.00	0.00	2.30	17.86	5.37	41.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.21	40.45	0.00	0.00	82.14	17.86
B4	3.62	0.00	0.00	0.83	22.93	0.29	8.01	2.50	69.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.07	22.93
A4a	62.09	0.00	0.00	21.79	35.09	26.35	42.44	7.53	12.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.36	5.42	3.06	4.92	0.00	0.00	59.49	40.51
B5	1.88	0.00	0.00	0.02	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.06	1.84	97.87	0.00	0.00	97.87	2.13
A4c	56.05	0.30	0.54	8.89	15.86	13.50	24.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.63	13.61	25.73	45.91	0.00	0.00	69.99	30.01
A4b	4.87	0.00	0.00	0.20	4.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71	35.11	2.96	60.78	0.00	0.00	60.78	39.22
A4d	1.67	0.00	0.00	0.30	17.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	59.28	0.38	22.75	0.00	0.00	22.75	77.25
B6	27.08	0.00	0.00	0.08	0.30	3.73	13.77	15.13	55.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.27	15.77	3.87	14.29	0.00	0.00	83.94	16.06
A4e	14.16	0.00	0.00	4.80	33.90	1.02	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.34	58.90	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	92.80
A5a	39.99	0.00	0.00	18.64	46.61	0.95	2.38	0.00	0.00	1.14	2.85	0.00	0.00	0.00	0.00	19.24	48.11	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	5.23
B7	38.09	0.00	0.00	0.05	0.13	0.63	1.65	27.54	72.30	0.21	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78	4.67	7.88	20.69	0.00	0.00	95.20	4.80
A5b	62.35	0.02	0.03	4.38	7.02	37.52	60.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.02	4.84	7.75	12.43	9.66	15.49	0.00	19.49
A5b	3.42	0.00	0.00	0.93	27.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	72.81	0.00	0.00	72.81	27.19
A6a	46.02	0.00	0.00	3.14	6.82	1.70	3.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	3.85	39.41	85.64	0.00	0.00	89.33	10.67
B8	51.34	0.00	0.00	5.38	10.48	0.44	0.86	1.60	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.96	9.66	75.89	75.89	0.00	0.00	79.86	20.14
C1	22.16	0.00	0.00	16.36	73.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.80	26.17	0.00	0.00	26.17	73.83
A7	2.86	0.00	0.00	2.62	91.61	0.24	8.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.39	91.61
B9	28.79	0.00	0.00	7.69	26.71	3.70	12.85	1.14	3.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.64	16.12	11.62	40.36	0.00	0.00	57.17	42.83
A8	10.86	0.00	0.00	5.70	52.49	2.70	24.86	1.16	10.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	11.97	0.00	0.00	0.00	0.00	35.54	64.46
B10	20.22	0.00	0.00	9.29	45.94	5.04	24.93	0.42	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.75	13.60	2.45	12.12	0.27	1.34	39.12	59.55
B11	0.61	0.00	0.00	0.50	81.97	0.11	18.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.03	81.97
B12a	1.66	0.00	0.00	1.35	81.33	0.01	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	18.07	0.00	0.00	18.67	81.33
B12b	2.01	0.00	0.00	1.54	76.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.99	0.00	0.00	0.43	21.39	0.00	78.61
B13	27.95	0.20	0.72	12.96	46.37	0.20	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.52	30.48	5.82	20.82	0.25	0.89	21.54	77.57
A9	10.12	0.02	0.20	2.73	26.98	0.48	4.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	7.61	2.33	23.02	1.36	13.44	2.43	24.01	50.20
A10	5.56	0.00	0.00	2.65	47.66	0.50	8.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	36.69	0.37	6.65	0.00	0.00	15.65	84.35
C2	19.08	4.90	25.68	8.60	45.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	4.09	0.95	4.98	3.85	20.18	4.98	74.84
A11	2.39	0.00	0.00	2.39	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
A12b	8.59	0.00	0.00	6.15	71.59	2.22	25.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	25.84	74.27
A12a	10.94	0.00	0.00	8.11	74.13	0.03	0.27	0.31	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.54	14.08	0.00	0.00	0.95	8.68	3.11	88.21
A13	28.36	8.45	29.80	12.27	43.27	0.09	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	2.12	5.35	18.86	1.60	5.64	19.18	75.18
C3	55.32	5.59	10.10	32.44	58.64	0.11	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.73	8.55	12.45	22.51	0.00	0.00	22.70	77.30
A14	2.38	0.00	0.00	0.51	21.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.87	78.57	0.00	0.00	78.57	21.43
C4	1.57	0.00	0.00	0.62	39.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	60.51	0.00	0.00	60.51	39.49
TOTAL	1291.79	19.55	1.51	256.53	19.86	291.30	22.55	160.45	12.42	1.35	0.10	27.26	2.11	3.79	0.29	153.66	11.90	368.10	28.50	9.80	0.76	65.97	34.03

T6: CÁLCULO DE LA TASA DE DEFORESTACIÓN POR UNIDAD DE PAISAJE

UNIDAD DE PAISAJE	SUPERFICIE	SUP. FORESTAL SERIE I INEGI	SUP. FORESTAL INF 2000	S2/S1	COCIENTE	MENOS 1	PORCENTAJE
A01	234.89	178.89	171.32	1.04	1.003	0.003	0.33
A02	5.18	4.56	4.39	1.04	1.003	0.003	0.29
A03	3.90	3.50	3.38	1.04	1.003	0.003	0.27
A04a	62.09	38.00	36.94	1.03	1.002	0.002	0.22
A04b	4.87	3.00	2.96	1.01	1.001	0.001	0.10
A04c	56.05	40.00	39.23	1.02	1.001	0.001	0.15
A04d	1.67	0.50	0.38	1.32	1.021	0.021	2.13
A04e	14.16	1.34	1.02	1.31	1.021	0.021	2.12
A04f	12.88	11.20	10.58	1.06	1.004	0.004	0.44
A05a	39.99	3.58	2.09	1.71	1.042	0.042	4.23
A05b	62.35	51.55	50.20	1.03	1.002	0.002	0.20
A06a	46.02	41.94	41.11	1.02	1.002	0.002	0.15
A06b	3.42	3.00	2.49	1.20	1.014	0.014	1.44
A07	2.86	0.39	0.24	1.63	1.038	0.038	3.81
A08	10.86	4.59	3.86	1.19	1.013	0.013	1.34
A09	10.12	2.80	2.61	1.07	1.005	0.005	0.54
A10	5.56	0.97	0.87	1.11	1.008	0.008	0.84
A11	2.39	0.30	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00
A12a	10.94	0.90	0.34	2.65	1.078	0.078	7.78
A12b	8.59	3.05	2.22	1.37	1.025	0.025	2.47
A13	28.36	6.10	5.44	1.12	1.009	0.009	0.88
A14	2.38	1.93	1.87	1.03	1.002	0.002	0.24
B01	338.53	292.37	291.79	1.00	1.000	0.000	0.02
B02	12.02	11.73	11.62	1.01	1.001	0.001	0.08
B03	10.33	9.90	9.63	1.03	1.002	0.002	0.21
B04	3.62	3.14	2.79	1.13	1.009	0.009	0.91
B05	1.88	1.90	1.84	1.03	1.002	0.002	0.25
B06	27.08	23.50	22.73	1.03	1.003	0.003	0.26
B07	38.09	37.00	36.26	1.02	1.002	0.002	0.16
B08	51.34	41.30	41.00	1.01	1.001	0.001	0.06
B09	28.79	17.80	16.46	1.08	1.006	0.006	0.60
B10	20.22	9.13	7.91	1.15	1.011	0.011	1.11
B11	0.61	0.16	0.11	1.45	1.029	0.029	2.92
B12a	1.66	0.40	0.31	1.29	1.020	0.020	1.98
B12b	2.01	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00
B13	27.95	7.20	6.02	1.20	1.014	0.014	1.39
C1	22.16	8.30	5.80	1.43	1.028	0.028	2.80
C2	19.08	0.99	0.95	1.04	1.003	0.003	0.32
C3	55.32	14.10	12.56	1.12	1.009	0.009	0.89
C4	1.57	1.10	0.95	1.16	1.011	0.011	1.13

T7: CÁLCULO DE LA RELACIÓN COBERTURA NATURAL/ANTRÓPICA POR UNIDAD DE PAISAJE

Unidad de Paisaje	Superficie con cobertura natural	Superficie con cobertura antrópica	Relación
A01	72.94	27.06	2.7
A02	84.75	15.25	5.6
A03	86.67	13.33	6.5
A04a	59.49	40.51	1.5
A04b	60.78	39.22	1.5
A04c	69.99	30.01	2.3
A04d	22.75	77.25	0.3
A04e	7.20	92.80	0.1
A04f	82.14	17.86	4.6
A05a	5.23	94.77	0.1
A05b	80.51	19.49	4.1
A06a	89.33	10.67	8.4
A06b	72.81	27.19	2.7
A07	8.39	91.61	0.1
A08	35.54	64.46	0.6
A09	25.79	74.21	0.3
A10	15.65	84.35	0.2
A11	0.00	100.00	0.0
A12a	3.11	96.89	0.0
A12b	25.84	74.27	0.3
A13	19.18	80.82	0.2
A14	78.57	21.43	3.7
B01	86.19	13.81	6.2
B02	96.63	3.34	28.9
B03	93.22	6.78	13.8
B04	77.07	22.93	3.4
B05	97.87	2.13	46.0
B06	83.94	16.06	5.2
B07	95.20	4.80	19.8
B08	79.86	20.14	4.0
B09	57.17	42.83	1.3
B10	39.12	60.88	0.6
B11	18.03	81.97	0.2
B12a	18.67	81.33	0.2
B12b	0.00	100.00	0.0
B13	21.54	78.46	0.3
C01	26.17	73.83	0.4
C02	4.98	95.02	0.1
C03	22.70	77.30	0.3
C04	60.51	39.49	1.5

T8: CÁLCULO DEL INDICADOR DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ASENTAMIENTOS POR UNIDAD DE PAISAJE

UNIDAD DE PAISAJE	SUPERFICIE	NO. DE LOCALIDADES	DISTANCIA PROMEDIO	2D	N/S	RAIZ CUADRADA	INDICE
A01	234.89	21	2.4	4.8	0.089	0.30	1.4
A02	5.18	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0
A03	3.90	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0
A04a	62.09	7	2.2	4.4	0.113	0.34	1.5
A04b	4.87	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0
A04c	56.05	3	3.5	7.0	0.054	0.23	1.6
A04d	1.67	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0
A04e	14.16	2	2.4	4.8	0.141	0.38	1.8
A04f	12.88	4	1.6	3.2	0.311	0.56	1.8
A05a	39.99	11	2.0	4.0	0.275	0.52	2.1
A05b	62.35	4	3.3	6.6	0.064	0.25	1.7
A06a	46.02	5	2.2	4.4	0.109	0.33	1.5
A06b	3.42	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0
A07	2.86	2	1.3	2.6	0.700	0.84	2.2
A08	10.86	3	1.2	2.4	0.276	0.53	1.3
A09	10.12	9	1.2	2.4	0.889	0.94	2.3
A10	5.56	2	0.6	1.2	0.360	0.60	0.7
A11	2.39	2	1.0	1.9	0.836	0.91	1.8
A12a	10.94	4	1.6	3.2	0.366	0.60	1.9
A12b	8.59	3	1.9	3.8	0.349	0.59	2.2
A13	28.36	7	1.6	3.2	0.247	0.50	1.6
A14	2.38	2	0.8	1.6	0.840	0.92	1.5
B01	338.53	13	3.3	6.6	0.038	0.20	1.3
B02	12.02	2	1.6	3.2	0.166	0.41	1.3
B03	10.33	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0
B04	3.62	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0
B05	1.88	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0
B06	27.08	2	1.6	3.1	0.074	0.27	0.8
B07	38.09	2	5.0	10.0	0.053	0.23	2.3
B08	51.34	4	3.5	7.0	0.078	0.28	2.0
B09	28.79	4	4.0	8.0	0.139	0.37	3.0
B10	20.22	2	1.8	3.6	0.099	0.31	1.1
B11	0.61	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0
B12a	1.66	2	1.1	2.2	1.202	1.10	2.4
B12b	2.01	2	1.1	2.2	0.994	1.00	2.2
B13	27.95	7	1.0	2.0	0.250	0.50	1.0
C1	22.16	3	2.1	4.2	0.135	0.37	1.5
C2	19.08	7	1.4	2.8	0.367	0.61	1.7
C3	55.32	7	3.3	6.6	0.127	0.36	2.3
C4	1.57	0	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0

T9: CÁLCULO DEL INDICADOR DE DENSIDAD DE VÍAS DE COMUNICACIÓN POR UNIDAD DE PAISAJE

UNIDAD DE PAISAJE	SUPERFICIE	LONGITUD VIAS DE COMUNICACIÓN	DENSIDAD
A01	234.89	260.94	1.11
A02	5.18	0.15	0.03
A03	3.90	2.44	0.63
A04a	62.09	55.67	0.90
A04b	4.87	1.27	0.26
A04c	56.05	30.85	0.55
A04d	1.67	0.71	0.43
A04e	14.16	8.98	0.63
A04f	12.88	13.88	1.08
A05a	39.99	45.95	1.15
A05b	62.35	38.53	0.62
A06a	46.02	51.84	1.13
A06b	3.42	0.48	0.14
A07	2.86	2.61	0.91
A08	10.86	12.82	1.18
A09	10.12	16.03	1.58
A10	5.56	9.29	1.67
A11	2.39	3.92	1.64
A12a	10.94	15.94	1.46
A12b	8.59	17.91	2.08
A13	28.36	43.53	1.54
A14	2.38	7.39	3.10
B01	338.53	179.37	0.53
B02	12.02	8.75	0.73
B03	10.33	2.63	0.25
B04	3.62	3.05	0.84
B05	1.88	0.00	0.00
B06	27.08	22.03	0.81
B07	38.09	20.46	0.54
B08	51.34	102.91	2.00
B09	28.79	33.09	1.15
B10	20.22	30.95	1.53
B11	0.61	1.53	2.52
B12a	1.66	3.89	2.34
B12b	2.01	7.10	3.53
B13	27.95	24.58	0.88
C1	22.16	59.13	2.67
C2	19.08	26.74	1.40
C3	55.32	150.50	2.72
C4	1.57	2.83	1.80

LOCALIDAD A: Montañas medias (1400 – 2800 m.) kárstico denudativas en rocas carbonatadas y volcánicas con modelación erosivo – denudativa formadas sobre derrames lávicos y piroclásticos, con cimas aisladas, pendiente dominante de 12.1° a 45°, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 300 m.), suelos rendzina, luvisol, cambisol y regosol, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal y pastizal inducido.

COMARCA

A1 Montañas medias (1400 – 2800 m.) kárstico denudativas en rocas carbonatadas, con cimas aisladas, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 300 m.), pendientes de 12.1° a 45°, suelos rendzina, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal y pastizal inducido.

SUBCOMARCAS

b: Cimas aisladas de las montañas medias (1400 – 2800 m.).

b1: Redondeadas y/o alargadas, con pendiente suave a media (2.1° - 30°), suelo rendzina, regosol éutrico; bosque de encino y mixto, selva baja caducifolia; sin uso de suelo.

b2: Redondeadas y/o alargadas, con pendiente suave a media (2.1° - 30°), suelo rendzina, regosol éutrico; sin presencia de vegetación; pastizal inducido.

b3: Planas y alargadas, con pendiente de muy suave a suave (0° - 12°), suelo rendzina; bosque de encino; sin uso de suelo.

b4: Redondeadas, con pendientes de media a fuerte (12.1° - 45°), suelo luvisol crómico; selva baja caducifolia; pastizal inducido y agricultura de temporal.

PA1 Pendientes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), mediana a fuertemente inclinada (12.1° - 45°), densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 300 m.), suelos rendzina, bosque de encino y selva baja caducifolia en buen estado de conservación, agricultura de temporal y pastizal inducido.

A1.1 Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 20 - 60 metros.

A1.1a Suelos vertisol pélico, rendzina, feozem lúvico y regosol calcárico, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal, riego, urbano y pastizal inducido.

A1.1b Suelos luvisol crómico, litosol y rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; sin uso de suelo.

A1.2 Corriente permanente con valle en forma de "U", con fondo plano, anchura de 40-80 metros.

A1.2a Suelos rendzina y luvisol crómico, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y pastizal inducido.

A1.2b Suelos rendzina, luvisol crómico y regosol éutrico; selva baja caducifolia y bosque de encino; sin uso de suelo.

- A1.3** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros.
- A1.3a** Suelos feozem calcárico, luvisol crómico, regosol éutrico y rendzina; selva baja caducifolia, palmar, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A1.3b** Suelos rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.
- A1.3c** Suelos rendzina, sin presencia de vegetación, pastizal inducido.
- A1ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura 10 - 20 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas; suelos feozem calcárico, luvisol crómico, regosol éutrico y rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.

COMARCA

- A2** Montañas medias (1400 – 2800 m.) kárstico denudativas en rocas carbonatadas, con cimas aisladas, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja (0– 100 m.), pendientes de 2.1° - 30°, suelos luvisol y feozem, bosque de encino, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- PA2** Pendientes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), suave a medianamente inclinada (2.1° - 30°), densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja (0– 100 m.), suelos luvisol crómico y feozem lúvico, bosque de encino en buen estado de conservación, agricultura de temporal.
- A2.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 60 - 80 metros, suelos luvisol, feozem lúvico y rendzina; sin presencia de vegetación; pastizal inducido agricultura de temporal y de riego.
- A2ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura 10 - 20 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos luvisol crómico y feozem lúvico, bosque de encino, agricultura de temporal.

COMARCA

- A3** Montañas medias (1400 – 2800 m.), kárstico denudativas en rocas carbonatadas, con cimas aisladas, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (100– 200 m.), pendientes de (2.1° - 45°), suelos rendzina, bosque de encino, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- c1:** Cimas aisladas de montañas medias (1400 – 2800 m.), plana y alargada, con pendiente de muy suave a suave (0° - 12°), suelo rendzina, bosque de encino, sin uso de suelo.
- PA3** Pendientes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), suave a fuertemente inclinada (2.1° - 45°), densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (100– 200 m.), suelos rendzina, bosque de encino en buen estado de conservación, agricultura de temporal.
- A3.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, litosol, cambisol cálcico, rendzina y feozem lúvico; bosque de encino y selva baja caducifolia; agricultura de riego, pastizal inducido y agricultura de temporal.
- A3ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de “U” y fondo plano, anchura 10 - 20 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos rendzina, bosque de encino, agricultura de temporal.

COMARCA

- A4** Montañas medias (1400 – 2800 m.) erosivo – denudativas formadas en complejos terrígenos, con cimas aisladas, pendiente de 2.1° a 45°, densidad de disección muy baja a media (0 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos luvisol y rendzina, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- f** Cimas aisladas de montañas medias (1400 – 2800 m.).
- f1:** Redondeada y/o alargada, con pendiente suave a media (2.1° - 30°), suelo rendzina, litosol; selva baja caducifolia, bosque de encino, mixto; sin uso de suelo.
- f2:** Redondeada y alargada, con pendiente suave a media (2.1° - 30°), suelo rendzina, luvisol crómico; sin presencia de vegetación; pastizal inducido agricultura de temporal.
- f3:** Plana, con pendiente de muy suave a suave (0° - 12°), suelo luvisol crómico, bosque de encino, agricultura de temporal.
- PA4** Pendiente de las montañas medias (1400 – 2800 m.), suave a fuertemente inclinada (2.1° - 45°), densidad de disección muy baja a media (0 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos rendzina y luvisol crómico, bosque de encino y selva baja caducifolia en buen estado de conservación, agricultura de temporal y pastizal inducido.

- A4.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 20 - 60 metros, suelos vertisol pélico, rendzina, feozem lúvico y regosol calcárico, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal, riego y pastizal inducido.
- A4.2** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 80 - 100 metros, suelos luvisol crómico y rendzina, selva baja caducifolia y bosque mixto, sin uso de suelo.
- A4.3** Corriente permanente con valle en forma de "U", con fondo plano, anchura de 40 metros, suelos rendzina y feozem calcárico, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.
- A4.4** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros.
- A4.4a** Suelos feozem calcárico, luvisol crómico, regosol éutrico y rendzina; selva baja caducifolia, palmar, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A4.4b** Suelos rendzina y litosol; bosque de encino y selva baja caducifolia; sin uso de suelo.
- A4.4c** Suelos rendzina, sin presencia de vegetación, pastizal inducido.
- A4ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de cubeta abierta, anchura 10 - 20 metros, desarrollados sobre materiales terrigenos y depósitos aluviales; suelos luvisol y rendzina; bosque de encino y selva baja caducifolia; agricultura de temporal.

COMARCA

- A5** Montañas medias (1400 – 2800 m.) volcánicas con modelación erosivo – denudativa formadas sobre derrames lávicos y piroclásticos de composición densa, pendiente de 2.1° a 45°, densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos luvisol, cambisol y regosol, bosque de encino, agricultura de temporal y pastizal inducido.

SUBCOMARCAS

- j** Cimas aisladas de montañas medias (1400 – 2800 m.).
- j1** Redondeada y alargada, con pendiente media a fuerte (12.1° - 45°), suelo regosol éutrico; sin presencia de vegetación; pastizal inducido y agricultura de temporal.
- j2** Redondeada y alargada, con pendiente suave a media (12.1° - 30°), suelo regosol éutrico, rendzina, luvisol crómico; bosque de pino y encino, selva baja caducifolia, palmar; sin uso de suelo.
- j3** Redondeada y alargada, con pendiente de suave a media (2.1° - 30°), suelo luvisol; bosque de encino; pastizal inducido.
- j4** Plana y alargada, con pendiente de muy suave a suave (0° - 12°), suelo luvisol; sin presencia de vegetación; pastizal inducido.

- PA5** Pendiente de las montañas medias (1400 – 2800 m.), suave a fuertemente inclinada (2.1° - 45°), densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos luvisol crómico, cambisol cálcico y regosol calcárico, bosque de encino en buen estado de conservación, agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A5.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 40 - 80 metros.
- A5.1a** Suelos rendzina, luvisol, litosol y feozem lúvico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A5.1b** Suelos vertisol pélico, feozem háplico, cambisol cálcico y feozem lúvico; sin presencia de vegetación; agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.
- A5.2** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 80 - 100 metros, suelos luvisol crómico y vertisol pélico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A5.3** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros.
- A5.3a** Suelos luvisol crómico, cambisol éutrico, rendzina y litosol; bosque de encino, palmar y selva baja caducifolia; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A5.3b** Suelos luvisol crómico y rendzina, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A5.3c** Suelos litosol y rendzina; bosque mixto y selva baja caducifolia; sin uso de suelo.
- A5ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 10 metros, desarrollados sobre rocas y depósitos volcánicos, suelos luvisol, cambisol y regosol, bosque de encino, agricultura de temporal y pastizal inducido.

COMARCA

- A6** Montañas bajas (800 – 1400 m.), kárstico denudativas en rocas carbonatadas, con cimas aisladas, pendiente de 2.1° a 45°, densidad de disección de muy baja a media (0 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- I1:** Cimas aisladas de montañas bajas (800 – 1400 m.), redondeada, con pendiente suave a media (12.1° - 30°), suelo rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.
- PA6** Pendiente de las montañas bajas (1400 – 2800 m.), suave a fuertemente inclinada (2.1° - 45°), densidad de disección de muy baja a media (0 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos rendzina, selva baja caducifolia en buen estado de conservación, agricultura de temporal.

- A6.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 20 - 60 metros, suelos rendzina, luvisol, litosol y feozem lúvico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal, de riego y pastizal inducido.
- A6.2** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros.
- A6.2a** Suelos feozem calcárico, luvisol crómico, regosol éutrico y rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A6.2b** Suelos rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.
- A6ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de cubeta abierta, anchura 10 - 20 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

COMARCA

- A7** Lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.) erosivo - denudativos formadas en complejos terrígenos, pendiente de 2.1° a 30°, densidad de disección media (2 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos rendzina y luvisol, bosque de encino, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- p1** Cimas aisladas de lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.) plana y alargada, con pendiente de muy suave a suave (0° - 12°), suelo rendzina, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal.
- PA7** Pendiente de los lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), suave a medianamente inclinada (2.1° - 30°), densidad de disección media (2 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos rendzina y luvisol crómico, bosque de encino en bajo estado de conservación, agricultura de temporal.
- A7.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 40 metros, suelos rendzina, luvisol, litosol y feozem lúvico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A7ci** Corrientes intermitentes de los lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), con valle en forma de "V", anchura 20 - 40 metros, desarrollados sobre materiales terrígenos, suelos rendzina y luvisol, bosque de encino, agricultura de temporal.

COMARCA

- A8** Lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.) erosivo - denudativos formadas en complejos terrígenos, con cimas aisladas, pendiente de 2.1° a 30°, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos feozem, rendzina, cambisol y regosol, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- q** Cimas aisladas de lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.).
- q1** Redondeada y alargada, con pendiente de media a fuerte (12.1° - 45°), suelo regosol éutrico, rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino; sin uso de suelo.
- q.2** Redondeada y alargada, con pendiente media (12.1° - 30°), suelo feozem háplico, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal y pastizal inducido.
- PA8** Pendiente de los lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), suave a medianamente inclinada (2.1° - 30°), densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja (0 – 100 m.), suelos feozem háplico, rendzina, cambisol éutrico y regosol éutrico, con vegetación residual de bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal.
- A8.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 20 - 60 metros.
- A8.1a** Suelos vertisol pélico, feozem háplico, cambisol cálcico y feozem lúvico; sin presencia de vegetación; agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.
- A8.1b** Suelos luvisol crómico, litosol, cambisol cálcico, rendzina y feozem lúvico; bosque de encino y selva baja caducifolia; agricultura de riego, pastizal inducido y agricultura de temporal.
- A8ci** Corrientes intermitentes de los lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), con valle en forma de “V”, anchura 10 metros, desarrollados sobre materiales terrígenos, suelos feozem, rendzina, cambisol y regosol, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

COMARCA

- A9** Planicies y depresiones intramontanas altas (1 200 < H ≤ 1 500 m), erosivo - denudativas cubriendo materiales antiguos, desarrolladas sobre materiales terrígenos (conglomerados), onduladas, pendiente de 2,1° a 30°, densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos luvisol, feozem y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.

SUBCOMARCAS

- PA9** Pendiente de las planicies y depresiones intramontanas altas (1 200 < H ≤ 1 500 m), suave a medianamente inclinada (2.1° - 30°), densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos feozem lúvico, luvisol órtico y rendzina, selva baja caducifolia en bajo estado de conservación, agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.
- A9.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 40 metros, suelos rendzina, luvisol, litosol y feozem lúvico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal y pastizal inducido.

A9.2 Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura de 60 metros, suelos luvisol crómico y rendzina, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal y pastizal inducido.

COMARCA

A10 Planicies y depresiones intramontañas medias ($1\ 000 < H \leq 1\ 200$ m). denudativo - acumulativa formada sobre materiales carbonatadas, planas a ligeramente onduladas, pendiente de 2.1° a 30° , densidad de disección media ($2 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja ($0 - 100$ m.), suelos luvisol y fluvisol, bosque de encino, agricultura de temporal y pastizal inducido.

SUBCOMARCAS

PA10 Pendiente de las planicies y depresiones intramontañas medias ($1\ 000 < H \leq 1\ 200$ m), suave a medianamente inclinada ($2.1^\circ - 30^\circ$), densidad de disección media ($2 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja ($0 - 100$ m.), suelos luvisol crómico y fluvisol calcárico, bosque de encino en bajo estado de conservación, agricultura de temporal y pastizal inducido.

A10.1 Corriente permanente con valle en forma de cubeta, anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, litosol, cambisol cálcico, rendzina y feozem lúvico; bosque de encino y selva baja caducifolia; agricultura de riego, pastizal inducido y agricultura de temporal.

A10.2 Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, cambisol éutrico, rendzina y litosol; bosque de encino, palmar y selva baja caducifolia; agricultura de temporal y pastizal inducido.

A10ci Corrientes intermitentes de las montañas medias ($1400 - 2800$ m.), con valle en forma de cubeta abierta, anchura 10 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos luvisol y fluvisol, bosque de encino, agricultura de temporal y pastizal inducido.

COMARCA

A11 Planicies y depresiones intramontañas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m) denudativo - acumulativa de llanuras, planas, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 2.1° a 12° , densidad de disección media a alta ($2 - 4$ km/km²), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos regosol y vertisol, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

PA11 Pendiente de las planicies y depresiones intramontañas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), suavemente inclinada ($2.1^\circ - 12^\circ$), densidad de disección media a alta ($2 - 4$ km/km²), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos regosol éutrico y vertisol pélico, sustitución total de la vegetación, agricultura de temporal.

- A11.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 40 metros, suelos vertisol pélico, feozem háplico, cambisol cálcico y feozem lúvico; sin presencia de vegetación; agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.
- A11ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de cubeta abierta, anchura 10 - 20 metros, desarrollados sobre materiales terrígenos, suelos regosol y vertisol, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal.

COMARCA

- A12** Planicies y depresiones intramontañas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m) denudativo - acumulativa de llanuras, planas, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 0° a 30° , densidad de disección baja a media ($1 - 3\ \text{km/km}^2$), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos rendzina, feozem y vertisol, bosque de encino y mixto, agricultura de temporal y pastizal inducido.

SUBCOMARCAS

- s** Cimas aisladas en planicies y depresiones intramontañas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m).
- s1** Redondeada, con pendiente suave ($2.1^\circ - 12^\circ$), suelo rendzina, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal.
- s2** Redondeada y alargada, con pendiente suave a media ($2.1^\circ - 30^\circ$), suelo rendzina, bosque de encino, sin uso de suelo.
- PA12** Pendiente de las planicies y depresiones intramontañas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), muy suave a medianamente inclinada ($0^\circ - 30^\circ$), densidad de disección baja a media ($1 - 3\ \text{km/km}^2$), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos feozem háplico, rendzina y vertisol pélico, bosque de encino y mixto en bajo estado de conservación, agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A12.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 40 - 100 metros.
- A12.1a** Suelos rendzina, luvisol, litosol y feozem lúvico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A12.1b** Suelos vertisol pélico, feozem háplico, cambisol cálcico y feozem lúvico; sin presencia de vegetación; agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.
- A12.1c** Suelos luvisol crómico y vertisol pélico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A12.2** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 40 metros, suelos feozem calcárico, luvisol crómico, regosol éutrico y rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A12ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de cubeta abierta, anchura 10 metros, desarrollados sobre materiales terrígenos, suelos rendzina, feozem y vertisol, bosque de encino y mixto, agricultura de temporal y pastizal inducido.

COMARCA

A13 Planicies y depresiones intramontañas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m) acumulativa, planas, desarrollada en una estructura de origen kárstico, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 0° a 12° , densidad de disección muy baja a media ($0 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja ($0 - 100$ m.), suelos feozem y luvisol, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y de riego.

SUBCOMARCAS

PA13 Pendiente de las planicies y depresiones intramontañas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), muy suave a suavemente inclinada ($0^\circ - 12^\circ$), densidad de disección muy baja a media ($0 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja ($0 - 100$ m.), suelos feozem lúvico y luvisol crómico, selva baja caducifolia en bajo estado de conservación, agricultura de temporal y de riego.

A13.1 Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 20 - 80 metros.

A13.1a Suelos vertisol pélico, rendzina, feozem lúvico y regosol calcárico, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal, de riego y pastizal inducido.

A13.1b Suelos luvisol, feozem lúvico y rendzina; sin presencia de vegetación; pastizal inducido agricultura de temporal y de riego.

A13.2 Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros, suelos feozem calcárico, luvisol crómico, regosol éutrico y rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.

Ca2 Corrientes intermitentes de las montañas medias ($1400 - 2800$ m.), con valle en forma de cubeta abierta, anchura 10 metros, desarrollados sobre materiales terrígenos.

COMARCA

A14 Planicies y depresiones intramontañas bajas ($800 < H \leq 1\ 000$ m) acumulativas, planas, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 2.1° a 12° , densidad de disección baja a media ($1 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos de tipo luvisol y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal, suelos feozem y luvisol, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y de riego.

SUBCOMARCAS

PA14 Pendiente de las planicies y depresiones intramontañas bajas ($800 < H \leq 1\ 000$ m), suavemente inclinada ($2.1^\circ - 12^\circ$), densidad de disección baja a media ($1 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos de tipo luvisol crómico y rendzina, selva baja caducifolia en buen estado de conservación, agricultura de temporal.

A14.1 Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 40 metros, suelos rendzina, luvisol, litosol y feozem lúvico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal y pastizal inducido.

- A14.2** Corriente permanente con valle en forma de “U”, anchura de 40 metros, suelos rendzina y luvisol crómico, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y pastizal inducido.
- A14ci** Corrientes intermitentes de las planicies y depresiones intramontañas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), con valle en forma de “U” y fondo plano, anchura de 10 metros, desarrollados sobre depósitos aluviales.

LOCALIDAD B: Montañas medias (1400 – 2800 m.), kárstico denudativas de rocas carbonatadas, erosivo – denudativas formadas en complejos terrígenos y materiales volcánicos, con cimas aisladas, pendiente de 12.1° a 45°, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 300 m.), suelos luvisol, feozem, regosol y rendzina, bosque de encino, mixto y selva baja caducifolia, agricultura de temporal y pastizal inducido.

COMARCA

B1 Montañas medias (1400 – 2800 m.), kárstico denudativas de rocas carbonatadas, con cimas aisladas, pendiente de 12.1° a 45°, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 300 m.), suelos luvisol y rendzina, bosque mixto y selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- a** Cimas aisladas de montañas medias (1400 – 2800 m.).
- a1** Redondeada, con pendiente de suave a media (2.1° - 30°), suelo litosol, luvisol crómico, rendzina, acrisol órtico; selva baja caducifolia, bosque mesófilo de montaña, bosque mixto y encino; sin uso de suelo.
- a2** Plana y/o alargada, con pendiente de muy suave a suave (0° - 12°), suelo acrisol órtico, rendzina, litosol, suelo luvisol crómico; selva baja caducifolia, bosque mixto, bosque mesófilo de montaña; sin uso de suelo.
- a3** Redondeada y alargada, con pendiente de media a fuerte (12.1° - 45°), suelo rendzina, luvisol crómico, litosol; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; sin uso de suelo.
- a4** Redondeada, con pendiente de media a fuerte (12.1° - 45°), suelo cambisol cálcico, luvisol crómico; selva baja caducifolia, bosque de encino; pastizal inducido.
- PB1** Pendientes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), mediana a fuertemente inclinada (12.1° - 45°), densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 300 m.), suelos luvisol órtico y rendzina, bosque mixto y selva baja caducifolia en buen estado de conservación, agricultura de temporal.

- B1.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 20 - 60 metros.
- B1.1a** Suelos vertisol pélico, rendzina, feozem lúvico y regosol calcárico, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal, de riego y pastizal inducido.
- B1.1b** Suelos luvisol crómico regosol éútrico, rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino y mesófilo de montaña; sin uso de suelo.
- B1.2** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura 60 - 100 metros.
- B1.2a** Suelos regosol éútrico, feozem lúvico y cambisol cálcico; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- B1.2b** Suelos luvisol crómico y rendzina, selva baja caducifolia y bosque mixto, sin uso de suelo.
- B1.3** Corriente permanente con valle en forma de "U", con fondo plano, anchura 40 - 80 metros.
- B1.3a** Suelos rendzina y litosol, selva baja caducifolia y bosque de encino, sin uso de suelo.
- B1.3b** Suelos rendzina, feozem lúvico y luvisol crómico; selva baja caducifolia; pastizal inducido, agricultura de temporal y de riego, urbano.
- B1.4** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 40 metros.
- B1.4a** Suelos feozem calcárico, luvisol crómico, regosol éútrico y rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- B1.4b** Suelos rendzina y litosol, selva baja caducifolia y bosque de encino, sin uso de suelo.
- B1ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 - 2800 m.), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura 10 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos luvisol y rendzina, bosque mixto y selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

COMARCA

- B2** Montañas medias (1400 - 2800 m.), kárstico denudativas de rocas carbonatadas, con cimas aisladas, pendiente de 12.1° a 45°, densidad de disección de baja a media (1 - 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0- 200 m.), suelos rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

SUBCOMARCAS

- d1** Cimas aisladas de montañas medias (1400 - 2800 m.) redondeada, con pendiente media (12.1° - 30°), suelo rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.
- PB2** Pendientes de las montañas medias (1400 - 2800 m.), mediana a fuertemente inclinada (12.1° - 45°), densidad de disección de baja a media (1 - 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0- 200 m.), suelos rendzina, selva baja caducifolia en buen estado de conservación, sin uso de suelo.

B2.1 Corriente permanente con valle en forma de "U", asimétrico, anchura de 40 metros, suelos rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

B2ci Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura de 20 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos rendzina, bosque de selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

COMARCA

B3 Montañas medias (1400 – 2800 m.) erosivo – denudativas formadas en complejos terrígenos, pendiente de 12.1° a 45°, densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos regosol, bosque de encino y selva baja caducifolia agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

e1 Cimas aisladas de montañas medias (1400 – 2800 m.), redondeada y alargada, con pendiente de suave a media (2.1° - 30°), suelo luvisol crómico, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

PB3 Pendientes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), mediana a fuertemente inclinada (12.1° - 45°), densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos regosol éutrico, bosque de encino y selva baja caducifolia en buen estado de conservación, agricultura de temporal.

B3ci Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de "U", anchura 10 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos regosol, bosque de encino y selva baja caducifolia agricultura de temporal.

COMARCA

B4 Montañas medias (1400 – 2800 m.) erosivo – denudativas formadas en complejos terrígenos, con cimas aisladas, pendiente de 2.1° a 30°, densidad de disección media a alta (2 – 4 km/km²), disección vertical muy baja a media (100 – 400 m.), suelos rendzina, bosque mixto, agricultura de temporal y pastizal inducido.

SUBCOMARCAS

g1 Cimas aisladas de montañas medias (1400 – 2800 m.) redondeada, con pendiente de suave a media (2.1° - 30°), suelo litosol, bosque mixto, sin uso de suelo.

PB4 Pendiente de las montañas medias (1400 – 2800 m.) suave a medianamente inclinada (2.1° - 30°), densidad de disección media a alta (2 – 4 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 400 m.), suelos rendzina, bosque mixto en buen estado de conservación, agricultura de temporal.

Ca2 Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de cubeta abierta, anchura 10 metros, desarrollados sobre materiales terrígenos, suelos rendzina, bosque mixto, agricultura de temporal y pastizal inducido.

COMARCA

B5 Montañas medias (1400 – 2800 m.) erosivo – denudativas formadas en complejos terrígenos, con cimas aisladas, pendiente de 12.1° a 45°, densidad de disección baja (1 – 2 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

SUBCOMARCAS

h1 Cimas aisladas de montañas medias (1400 – 2800 m.), redondeada, con pendiente media (12.1° - 30°), suelo rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

PB5 Pendiente de las montañas medias (1400 – 2800 m.), mediana a fuertemente inclinada (12.1° - 45°), densidad de disección baja (1 – 2 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos rendzina, selva baja caducifolia en buen estado de conservación, sin uso de suelo.

B5ci Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de “U”, anchura de 10 metros, desarrollados sobre materiales terrígenos, suelos rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

COMARCA

B6 Montañas medias (1400 – 2800 m.), erosivo – denudativas formadas en complejos terrígenos, con cimas aisladas, pendiente de 2.1° a 30°, densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 400 m), suelos litosol, bosque mixto, pastizal inducido.

SUBCOMARCAS

i Cimas aisladas de montañas medias (1400 – 2800 m.).

i1 Redondeada, con pendiente de media a fuerte (12.1° - 45°), suelo litosol; sin presencia de vegetación; pastizal inducido.

i2 Redondeada, con pendiente de media a fuerte (12.1° - 45°), suelos litosol, rendzina; bosque mixto, bosque de encino, selva baja caducifolia; sin uso de suelo.

PB6 Pendiente de las montañas medias (1400 – 2800 m.), suave a medianamente inclinada (2.1° - 30°), densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 400 m), suelos litosol, bosque mixto en buen estado de conservación, pastizal inducido.

- B6.1** Corriente permanente con valle en forma de "U", anchura de 40 metros, suelos rendzina y litosol, selva baja caducifolia y bosque de encino, agricultura de temporal, de riego y pastizal inducido.
- B6.2** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, cambisol éútrico, rendzina y litosol; bosque de encino, palmar y selva baja caducifolia; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- B6ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura 10 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos litosol, bosque mixto, pastizal inducido.

COMARCA

- B7** Montañas medias (1400 – 2800 m.), volcánicas con modelación erosivo – denudativa formadas sobre derrames lávicos y piroclásticos de composición densa, pendiente de 12.1° a 45°, densidad de disección media a alta (1 – 4 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 400 m.), suelos litosol y luvisol, bosque mixto, pastizal inducido.

SUBCOMARCAS

- k** Cimas aisladas de montañas medias (1400 – 2800 m.).
- k1** Redondeada y alargada, con pendiente de suave a media (2.1° - 30°), suelo luvisol crómico, litosol; selva baja caducifolia, bosque mixto; sin uso de suelo.
- k.2** Plana y alargada, con pendiente de muy suave a suave (0° - 12°), suelo cambisol cálcico, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.
- PB7** Pendiente de las montañas medias (1400 – 2800 m.), mediana a muy fuertemente inclinada (12.1° - >45°), densidad de disección media a alta (1 – 4 km/km²), disección vertical baja a media (100 – 400 m.), suelos litosol y luvisol crómico, bosque mixto en buen estado de conservación, pastizal inducido.
- B7.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 40 - 100 metros.
- B7.1a** Suelos luvisol crómico regosol éútrico; selva baja caducifolia, bosque de encino y mesófilo de montaña; sin uso de suelo.
- B7.1b** Suelos luvisol crómico y vertisol pélico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- B7.2** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura de 20 metros, suelos litosol y rendzina; bosque mixto y selva baja caducifolia; sin uso de suelo.
- B7ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de cubeta y fondo plano, anchura de 10 metros, desarrollados sobre rocas y depósitos volcánicos, suelos litosol y luvisol, bosque mixto, pastizal inducido.

COMARCA

B8 Montañas bajas (800 – 1400 m.) kárstico – erosivas formadas sobre rocas carbonatadas, con karst de mogotes y depresiones circulares, pendiente de 2.1° a 30°, densidad de disección de muy baja a baja (0 – 2 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos rendzina y luvisol crómico, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

n Cimas aisladas de montañas bajas (800 – 1400 m.).

n1 Redondeada y/o alargada, con pendiente suave a media (2.1° - 30°), suelo rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

n2 Redondeada, con pendiente media (12.1° - 30°), suelo luvisol crómico, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

PB8 Pendiente de las montañas bajas (1400 – 2800 m.), suave a medianamente inclinada (2.1° - 30°), densidad de disección de muy baja a baja (0 – 2 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos rendzina y luvisol crómico, selva baja caducifolia en buen estado de conservación, agricultura de temporal.

B8.1 Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 20 - 80 metros.

B8.1a Suelos vertisol pélico, rendzina, feozem lúvico y regosol calcárico, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal y pastizal inducido.

B8.1b Suelos rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

B8.2 Corriente permanente con valle en forma de “U”, con fondo plano, anchura 40 - 80 metros.

B8.2a Suelos rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

B8.2b Suelos rendzina, luvisol crómico y regosol éutrico; selva baja caducifolia y bosque de encino; sin uso de suelo.

B8.3 Corriente permanente con valle en forma de “V”, anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, cambisol éutrico, rendzina y litosol; bosque de encino, palmar y selva baja caducifolia; agricultura de temporal y pastizal inducido.

B8ci Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de “U” abierta, anchura de 10 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos rendzina y luvisol crómico, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

COMARCA

B9 Lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), erosivo - denudativos formadas en complejos terrigenos, con cimas aisladas, pendiente de 2.1° 30°, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos feozem, rendzina, cambisol y regosol, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- m** Cimas aisladas de lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.).
- m1** Plana y alargada, con pendiente de muy suave a suave (0° - 12°), suelo regosol éútrico; bosque de pino, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.
- m.2** Redondeada y alargada, con pendiente de media a fuerte (12.1° - 45°), suelo regosol éútrico, rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino; sin uso de suelo.
- PB9** Pendiente de los lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), suave a medianamente inclinada (2.1° - 30°), densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja (0 – 100 m.), suelos feozem háplico, rendzina, cambisol éútrico y regosol éútrico, con vegetación residual de bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal.
- B9.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 40 - 80 metros.
- B9.1a** Suelos luvisol crómico regosol éútrico; selva baja caducifolia, bosque de encino y mesófilo de montaña; sin uso de suelo.
- B9.1b** Suelos vertisol pélico, feozem háplico, cambisol cálcico y feozem lúvico; sin presencia de vegetación; agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.
- B9.1c** Suelos regosol éútrico, feozem lúvico y cambisol cálcico; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal.
- B9.2** Corriente permanente con valle en forma de “U”, con fondo plano, anchura 40 - 80 metros, suelos rendzina, luvisol crómico y regosol éútrico; selva baja caducifolia y bosque de encino; sin uso de suelo.
- B9.3** Corriente permanente con valle en forma de “V”, anchura 20 - 40 metros, suelos feozem calcárico, luvisol crómico, regosol éútrico y rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.

COMARCA

- B10** Lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), volcánicos en derrames lávicos y depósitos piroclásticos, con cimas aisladas, pendiente de 2.1° a 30°, densidad de disección de baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja (0 – 100 m.), suelos cambisol, bosque de encino, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- r** Cimas aisladas de lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.).
- r1** Redondeada y alargada, con pendiente media (12.1° - 30°), suelo cambisol cálcico, bosque de encino, sin uso de suelo.
- r2** Redondeada y alargada, con pendiente media (12.1° - 30°), suelo cambisol cálcico, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal.

- PB10** Pendiente de los lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), suave a medianamente inclinada ($2.1^\circ - 30^\circ$), densidad de disección de baja a media ($1 - 3 \text{ km/km}^2$), disección vertical muy baja ($0 - 100 \text{ m.}$), suelos cambisol éútrico, vegetación residual de bosque de encino, agricultura de temporal.
- B10.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 40 - 80 metros.
- B10.1a** Suelos vertisol pélico, feozem háplico, cambisol cálcico y feozem lúvico; sin presencia de vegetación; agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.
- B10.1b** Suelos luvisol crómico, regosol éútrico; selva baja caducifolia, bosque de encino y mesófilo de montaña; sin uso de suelo.
- B10.1c** Suelos regosol éútrico, feozem lúvico y; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal.
- B10.2** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura de 20 metros, suelos litosol y rendzina; bosque mixto y selva baja caducifolia; sin uso de suelo.
- B10ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura de 20 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos cambisol, bosque de encino, agricultura de temporal.

COMARCA

- B11** Planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500 \text{ m}$) erosivo - denudativas, desarrolladas sobre materiales volcánicos, onduladas, pendiente de 0° a 30° , densidad de disección media a alta ($2 - 4 \text{ km/km}^2$), disección vertical baja a media ($100 - 400 \text{ m.}$), suelos rendzina, bosque de encino, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- PB11** Pendiente de las planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500 \text{ m}$), muy suave a medianamente inclinada ($0^\circ - 30^\circ$), densidad de disección media a alta ($2 - 4 \text{ km/km}^2$), disección vertical baja a media ($100 - 400 \text{ m.}$), suelos rendzina, bosque de encino en bajo estado de conervación, agricultura de temporal.
- B11.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, litosol, cambisol cálcico, rendzina y feozem lúvico; bosque de encino y selva baja caducifolia; agricultura de riego, pastizal inducido y agricultura de temporal.
- B11.2** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, cambisol éútrico, rendzina y litosol; bosque de encino, palmar y selva baja caducifolia; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- B11ci** Corrientes intermitentes de las planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500 \text{ m}$), con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 10 metros, desarrollados sobre rocas y depósitos volcánicos, suelos rendzina, bosque de encino, agricultura de temporal.

COMARCA

B12 Planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), erosivo - denudativas, desarrolladas sobre materiales volcánicos, onduladas, pendiente de 0° a 12° , densidad de disección baja a media ($1 - 3\ \text{km/km}^2$), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos feozem, cambisol y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y urbano.

SUBCOMARCAS

PB12 Pendiente de las planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), muy suave a suavemente inclinada ($0^\circ - 12^\circ$), densidad de disección baja a media ($1 - 3\ \text{km/km}^2$), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos rendzina, feozem lúvico y cambisol éútrico, selva baja caducifolia en bajo estado de conservación, agricultura de temporal y urbano.

B12.1 Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 20 - 60 metros.

B12.1a Suelos vertisol pélico, feozem háplico, cambisol cálcico y feozem lúvico; sin presencia de vegetación; agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.

B12.1b Suelos luvisol crómico, litosol, cambisol cálcico, rendzina y feozem lúvico; bosque de encino y selva baja caducifolia; agricultura de riego, pastizal inducido y agricultura de temporal.

B12.2 Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, cambisol éútrico, rendzina y litosol; bosque de encino, palmar y selva baja caducifolia; agricultura de temporal y pastizal inducido.

B12ci Corrientes intermitentes de las planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 10 metros, desarrollados sobre rocas y depósitos volcánicos, suelos feozem, cambisol y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y urbano.

COMARCA

B13 Planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), erosivo - denudativas cubriendo materiales antiguos, desarrolladas sobre materiales terrígenos (conglomerados), onduladas, pendiente de 2.1° a 30° , densidad de disección baja a media ($1 - 3\ \text{km/km}^2$), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos luvisol, feozem y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.

SUBCOMARCAS

PB13 Pendiente de las planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), suave a medianamente inclinada ($2.1^\circ - 30^\circ$), densidad de disección baja a media ($1 - 3\ \text{km/km}^2$), disección vertical muy baja a baja ($0 - 200$ m.), suelos feozem lúvico, luvisol órtico y rendzina, selva baja caducifolia en bajo estado de conservación, agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.

- B13.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 60 - 100 metros.
- B13.1a** Suelos luvisol, feozem lúvico y rendzina; sin presencia de vegetación; pastizal inducido agricultura de temporal y de riego.
- B13.1b** Suelos luvisol crómico y rendzina, selva baja caducifolia y bosque mixto, sin uso de suelo.
- B13.1c** Suelos luvisol crómico y vertisol pélico; selva baja caducifolia y bosque de encino; agricultura de temporal y pastizal inducido.
- B13.2** Corriente permanente con valle en forma de "U", con fondo plano, anchura 40 - 80 metros, suelos rendzina, feozem lúvico y luvisol crómico; selva baja caducifolia; pastizal inducido, agricultura de temporal y de riego, urbano.
- B13ci** Corrientes intermitentes de las montañas medias (1400 – 2800 m.), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura de 40 metros, desarrollados sobre materiales terrígenos, suelos luvisol, feozem y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.

LOCALIDAD C: Planicies y depresiones intramontanas denudativo - acumulativa y acumulativas de llanuras y planos de inundación, planas, sin diferenciación de niveles, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 0° a 12°, densidad de disección baja a media (1 – 3 km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos feozem, luvisol y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y de riego.

COMARCA

- C1** Lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.) erosivo – kársticos formadas sobre rocas carbonatadas, karstificadas, pendiente de 2.1° a 12°, densidad de disección de muy baja a baja (0 – 2 km/km²), disección vertical muy baja (0 – 100 m.), suelos rendzina y luvisol, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

SUBCOMARCAS

- o1** Cimas aisladas de lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), redondeada, con pendiente suave (2.1° - 12°), suelo rendzina, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal.
- Pc1** Pendiente de los lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), suavemente inclinada (2.1° - 12°), densidad de disección de muy baja a baja (0 – 2 km/km²), disección vertical muy baja (0 – 100 m.), suelos rendzina y luvisol plíntico, selva baja caducifolia en bajo estado de conservación, agricultura de temporal.
- C1.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta y fondo plano, anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, litosol, cambisol cálcico, rendzina y feozem lúvico; bosque de encino y selva baja caducifolia; agricultura de riego, pastizal inducido y agricultura de temporal.
- C1.2** Corriente permanente con valle en forma de "U", asimétrico, anchura de 40 metros, suelos rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

- C1.3** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 60 metros.
- C1.3a** Suelos luvisol crómico, cambisol éutrico, rendzina y litosol; bosque de encino, palmar y selva baja caducifolia; agricultura de temporal, urbano y pastizal inducido.
- C1.3b** Suelos rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.
- C1ci** Corrientes intermitentes de los lomeríos intramontanos (1500 – 1700 m.), con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura de 10 metros, desarrollados sobre rocas carbonatadas, suelos rendzina y luvisol, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

COMARCA

- C2** Planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m). denudativo - acumulativa de llanuras y planos de inundación, planas, en cuencas de graben, sin diferenciación de niveles, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 0° a 12° , densidad de disección baja a media ($1 - 3\ \text{km}/\text{km}^2$), disección vertical muy baja ($0 - 100$ m.), suelos feozem y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y de riego.

SUBCOMARCAS

- PC2** Pendiente de las planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), muy suave a suavemente inclinada ($0^\circ - 12^\circ$), densidad de disección baja a media ($1 - 3\ \text{km}/\text{km}^2$), disección vertical muy baja ($0 - 100$ m.), suelos feozem lúvico y rendzina, selva baja caducifolia en bajo estado de conservación, agricultura de temporal y de riego.
- C2.1** Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura de 20 - 80 metros.
- C2.1a** Suelos luvisol, feozem lúvico y rendzina; sin presencia de vegetación; pastizal inducido agricultura de temporal y de riego.
- C2.1b** Suelos luvisol crómico, litosol, cambisol cálcico, rendzina y feozem lúvico; bosque de encino y selva baja caducifolia; agricultura de riego, pastizal inducido y agricultura de temporal.
- C2.1c** Suelos luvisol crómico y rendzina, selva baja caducifolia y bosque mixto, sin uso de suelo.
- C2.2** Corriente permanente con valle en forma de "U", con fondo plano, anchura 40 - 80 metros, suelos rendzina, feozem lúvico y luvisol crómico; selva baja caducifolia; pastizal inducido, agricultura de temporal y de riego, urbano.
- C2.3** Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura de 40 metros, suelos feozem lúvico y rendzina; sin presencia de vegetación; urbano, agricultura de temporal y riego.
- C2ci** Corrientes intermitentes de las planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura de 10 metros, desarrollados sobre depósitos aluviales, suelos feozem y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y de riego.

COMARCA

C3 Planicies y depresiones intramontanas bajas ($800 < H \leq 1\ 000$ m), acumulativa de llanuras y planos de inundación, planas, sin diferenciación de niveles, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 0° a 12° , densidad de disección baja a media ($1 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja ($0 - 100$ m.), suelos feozem y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y de riego.

SUBCOMARCAS

PC3 Pendiente de las planicies y depresiones intramontanas bajas ($800 < H \leq 1\ 000$ m), muy suave a suavemente inclinada ($0^\circ - 12^\circ$), densidad de disección baja a media ($1 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja ($0 - 100$ m.), suelos feozem lúvico y rendzina, selva baja caducifolia en bajo estado de conservación, agricultura de temporal y de riego.

C3.1 Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta, anchura 20 - 80 metros.

C3.1a Suelos feozem lúvico, regosol calcárico; sin presencia de vegetación; agricultura de temporal.

C3.1b Suelos vertisol pélico, rendzina, feozem lúvico y regosol calcárico, bosque de encino y selva baja caducifolia, agricultura de temporal, de riego y pastizal inducido.

C3.1c Suelos rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

C3.2 Corriente permanente con valle en forma de "U", con fondo plano, anchura de 40 - 80 metros.

C3.2a Suelos rendzina, luvisol crómico y feozem calcárico, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

C3.2b Suelos rendzina, feozem lúvico y luvisol crómico; selva baja caducifolia; pastizal inducido, agricultura de temporal y de riego, urbano.

C3.2c Suelos feozem lúvico y regosol calcárico, sin presencia de vegetación, agricultura de temporal y de riego.

C3.3 Corriente permanente con valle en forma de "V", anchura 20 - 40 metros, suelos.

C3.3a Suelos feozem calcárico, luvisol crómico, regosol éutrico y rendzina; selva baja caducifolia, bosque de encino y mixto; agricultura de temporal y pastizal inducido.

C3.3b Suelos feozem lúvico y rendzina; sin presencia de vegetación; urbano, agricultura de temporal y riego.

C3ci Corrientes intermitentes de las planicies y depresiones intramontanas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura de 10 metros, desarrollados sobre depósitos aluviales, suelos feozem y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal y de riego.

COMARCA

C4 Planicies y depresiones intramontañas bajas ($800 < H \leq 1\ 000$ m), acumulativas, planas, constituidas por depósitos fluviales, pendiente de 2.1° a 12° , densidad de disección baja a media ($1 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos luvisol y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.

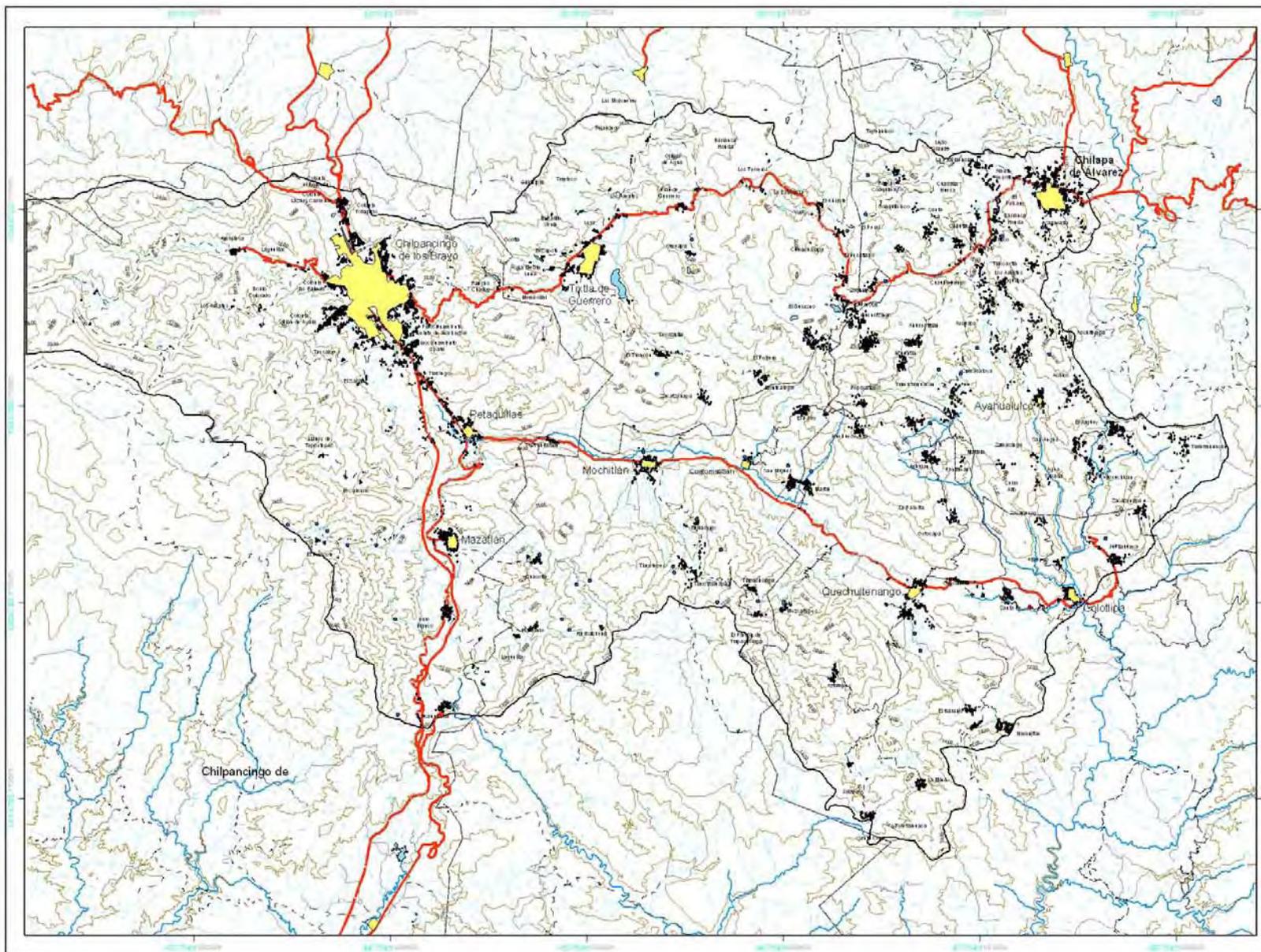
SUBCOMARCAS

PC4 Pendiente de las planicies y depresiones intramontañas bajas ($800 < H \leq 1\ 000$ m), suavemente inclinada ($2.1^\circ - 12^\circ$), densidad de disección baja a media ($1 - 3$ km/km²), disección vertical muy baja a baja (0 – 200 m.), suelos de tipo luvisol crómico y rendzina, selva baja caducifolia en buen estado de conservación, agricultura de temporal.

C4.1 Corriente permanente con valle en forma de cubeta abierta y fondo plano, anchura 20 - 60 metros, suelos luvisol crómico, litosol, cambisol cálcico, rendzina y feozem lúvico; bosque de encino y selva baja caducifolia; agricultura de riego, pastizal inducido y agricultura de temporal.

C4.2 Corriente permanente con valle en forma de "V" asimétrico, anchura 20 - 60 metros, suelos rendzina, selva baja caducifolia, sin uso de suelo.

Up3 Corrientes intermitentes de las planicies y depresiones intramontañas altas ($1\ 200 < H \leq 1\ 500$ m), con valle en forma de "U" y fondo plano, anchura de 20 metros, desarrollados sobre depósitos aluviales, suelos luvisol y rendzina, selva baja caducifolia, agricultura de temporal.



Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Filosofía y Letras
 Posgrado en Geografía

Tesis de Maestría
 "Círculo Turístico Chilpancingo - Azul:
 Evaluación de la Degradación del Paisaje"
 Julio César Carbajal Monroy

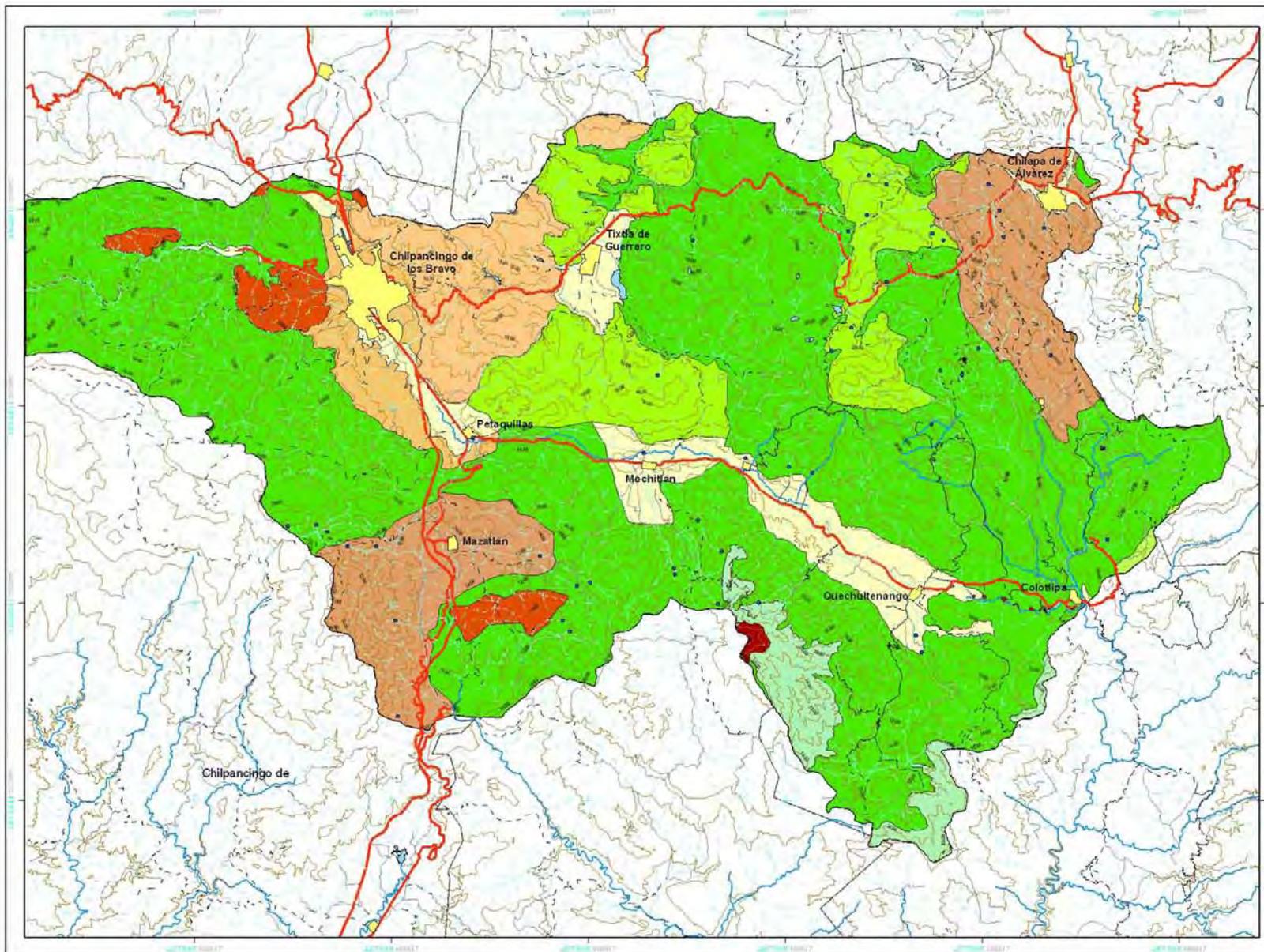
Simbología

- Curva de Nivel Maestra (Equidistancia 200 metros)
- Ríos perennes
- Ríos intermitentes
- Acueducto
- Canal
- Carretera pavimentada
- Terracería
- Brecha
- Vereda
- Límite del área de estudio
- Límite Municipal
- Zona urbana
- Aeropuerto
- Cuerpo de agua
- Balneario
- Asentamiento humano
- Manantiales

Escala: - 1:195.000
 0 1.5 3 6 9 12 Km

Mapa 1
 Área de Estudio

Localización



Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Filosofía y Letras
 Posgrado en Geografía

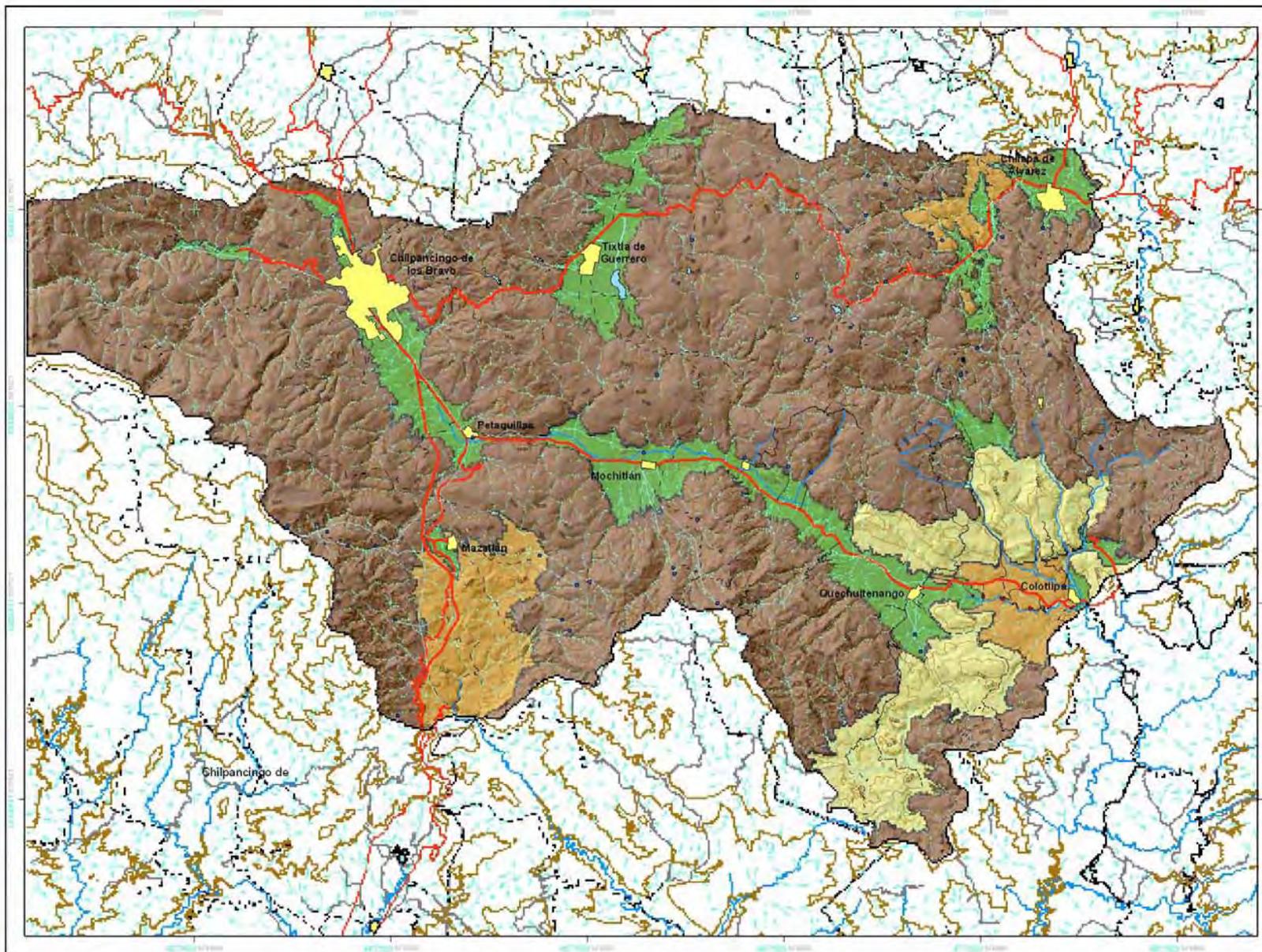
Tesis de Maestría
 "Círculo Turístico Chilpancingo - Azul:
 Evaluación de la Degradación del Paisaje"
 Julio César Carbajal Monroy

- Simbología**
- MESOZOICO**
- Jurásico**
- Formación Tecoaoyuncas: Depósitos continentales y marmos (187 - 163 M.a.)
- Cretácico**
- Formación Zicapa: Conglomerados de cuarzo lechosa y limolitas (144 - 97.5 M.a.)
 - Formación Morelos: Calizas marmas de ambientes someros (133 - 91 M.a.)
 - Formación Mezcala: Sucesión de capas interestratificadas de areniscas, limolitas y lutitas (144 - 97.5 M.a.)
- CENOZOICO**
- Terciario**
- Ígnea intrusiva: De composición granodiorítica (66.4 - 23.7 M.a.)
 - Formación Balsas: Conglomerados calcáreos, areniscas arcosas, limolitas y lodolitas (66.4 - 23.7 M.a.)
 - Formación Agua de Obispo: Rocas vulcánicas clásticas y derrames proclásticos (66.4 - 23.7 M.a.)
 - Material volcánico: Brechas, lavas, ignimbritas y tobos (66.4 - 23.7 M.a.)
 - Formación Chilpancingo: Secuencias de margas, areniscas y conglomerados mal clasificados (66.4 - 23.7 M.a.)
- Cuaternario**
- Aluvial: Depósitos fluviales como arenas, limos, gravas y arcillas (1.6 M.a. a la actualidad)

- Simbología Base**
- Curva de Nivel Maestro (Escala 1:25000)
 - Ríos perenne
 - Ríos intermitentes
 - Acueducto
 - Canal
 - Carrizales pavimentada
 - Tenecoría
 - Brecha
 - Venda
 - Límite del área de estudio
 - Límite Municipal
 - Zona urbana
 - Aeropuerto
 - Cuerpo de agua
 - Bañero
 - Manantiales
- Escala: 1:195000
- 0 1.5 3 6 9 12 Km

Mapa 2
Geología

Localización



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Filosofía y Letras

Posgrado en Geografía

Tesis de Maestría

"Circuito Turístico Chilpancingo - Azul:
Evaluación de la Degradación del Paisaje"

Julio César Carbajal Monroy

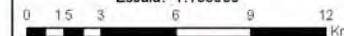
Simbología

Categorías y subcategorías del relieve	Altitud (metros)
Montañas medias	1,400 < H ≤ 2,800
Montañas bajas	800 < H ≤ 1,400
Lomeríos intramontanos	1,500 < H ≤ 1,700
Planicies y depresiones intramontanas	Altas: 1,200 < H ≤ 1,500 Medias: 1,000 < H ≤ 1,200 Bajas: 800 < H ≤ 1,000

Simbología Base

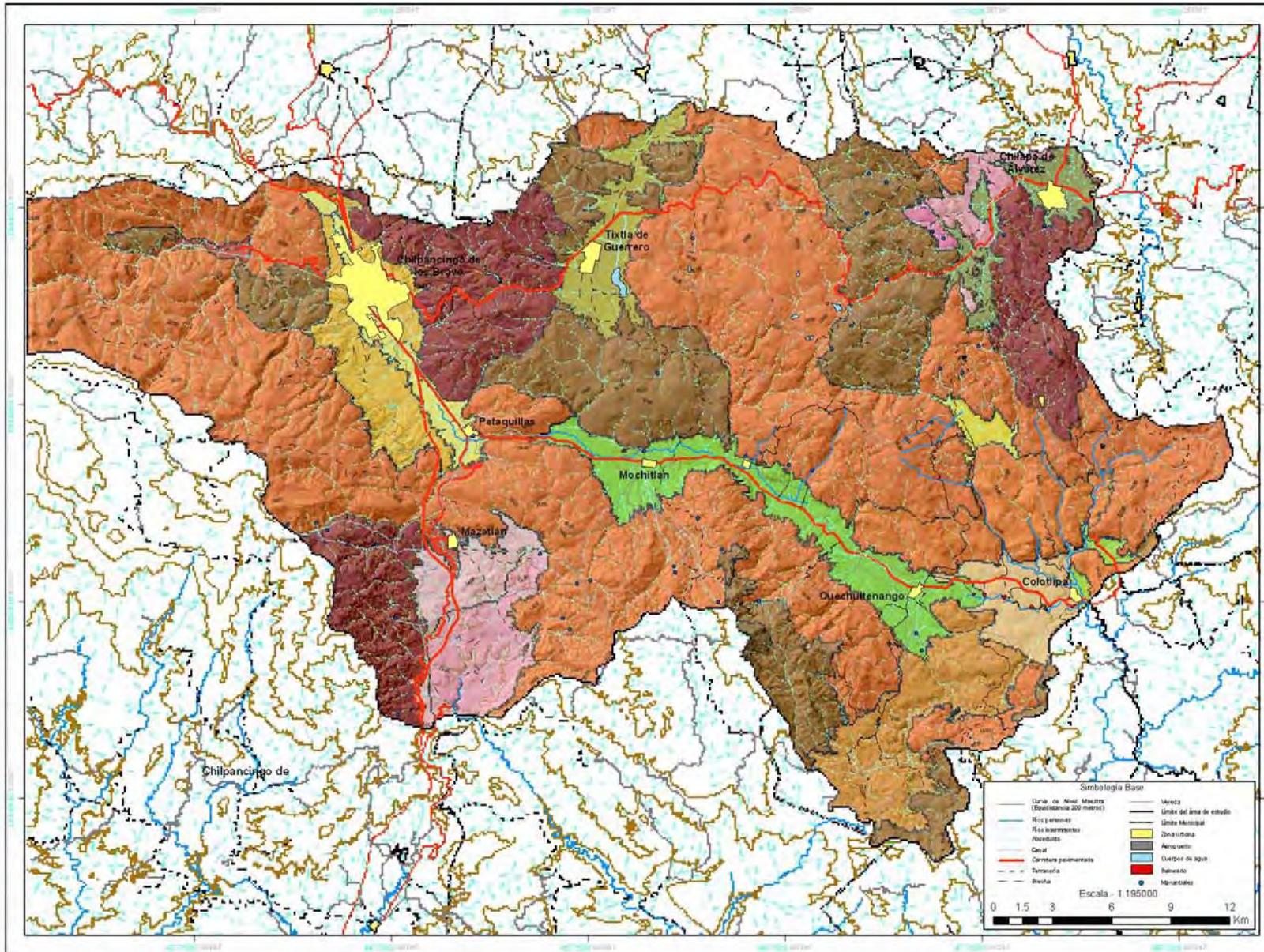
Curva de nivel Maestra (Escala de 200 metros)	Vereda
Río perenne	Límite del área de estudio
Río intermitente	Límite Municipal
Acueducto	Zona urbana
Canal	Aeropuerto
Carretera pavimentada	Cuerpos de agua
Terracería	Bahicero
Brecha	Manantiales

Escala: 1:195000



Mapa 3
Categorías y subcategorías del Relieve







UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y Letras
Posgrado en Geografía

Tesis de Maestría
"Círculo Turístico Chiapancingo - Azul: Evaluación de la Degradación del Paisaje"
Julio César Carbajal Monroy

Simbología
MAPA GEOMORFOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL CIRCUITO TURÍSTICO "CHIAPANCIÑO-AZUL, ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO"
(CLASIFICACIÓN MORFO-CRÓNICA DE TIPOS DEL RELIEVE MODERNO)

TIPOS DEL RELIEVE
CATEGORÍA Y SUBCATEGORÍA DEL RELIEVE

MONTEÑAS, LLANOS Y PLANICIES DE TIPO NEOFOTÓNICO (N - 07)

1. Montañas bajas (1 400 < H < 2 000 m)
2. Montañas medias (1 000 < H < 1 700 m)
3. Planicies y depresiones intermontañas altas (1 200 < H < 1 800 m)
4. Planicies y depresiones intermontañas bajas (1 000 < H < 1 200 m)
5. Planicies y depresiones intramontañas bajas (800 < H < 1 000 m)

DIFERENCIA CON PETRÓMORFICA DEL RELIEVE

El relieve moderno, caracterizado por ser el resultado de la erosión y el levantamiento de las montañas, se diferencia del relieve antiguo por su configuración y por su distribución espacial. El relieve antiguo, caracterizado por ser el resultado de la tectónica, se diferencia del relieve moderno por su configuración y por su distribución espacial.

A. MONTAÑAS (clasificadas en movimientos neofotónicos más modernos)

1. Montañas bajas
2. Montañas medias

SUPERFICIES ESCULTURALES

1. Llanos y depresiones intermontañas altas
2. Llanos y depresiones intermontañas bajas
3. Planicies y depresiones intramontañas bajas

SUPERFICIES ESCULTURALES

1. Llanos y depresiones intermontañas altas
2. Llanos y depresiones intermontañas bajas
3. Planicies y depresiones intramontañas bajas

SUPERFICIES ESCULTURALES

1. Llanos y depresiones intermontañas altas
2. Llanos y depresiones intermontañas bajas
3. Planicies y depresiones intramontañas bajas

FLANCIOS

1. Llanos y depresiones intermontañas altas
2. Llanos y depresiones intermontañas bajas
3. Planicies y depresiones intramontañas bajas

B. LOMERÍO (clasificadas en movimientos neofotónicos más modernos)

1. Lomeríos intermontañas

SUPERFICIES ESCULTURALES

1. Llanos y depresiones intermontañas altas
2. Llanos y depresiones intermontañas bajas
3. Planicies y depresiones intramontañas bajas

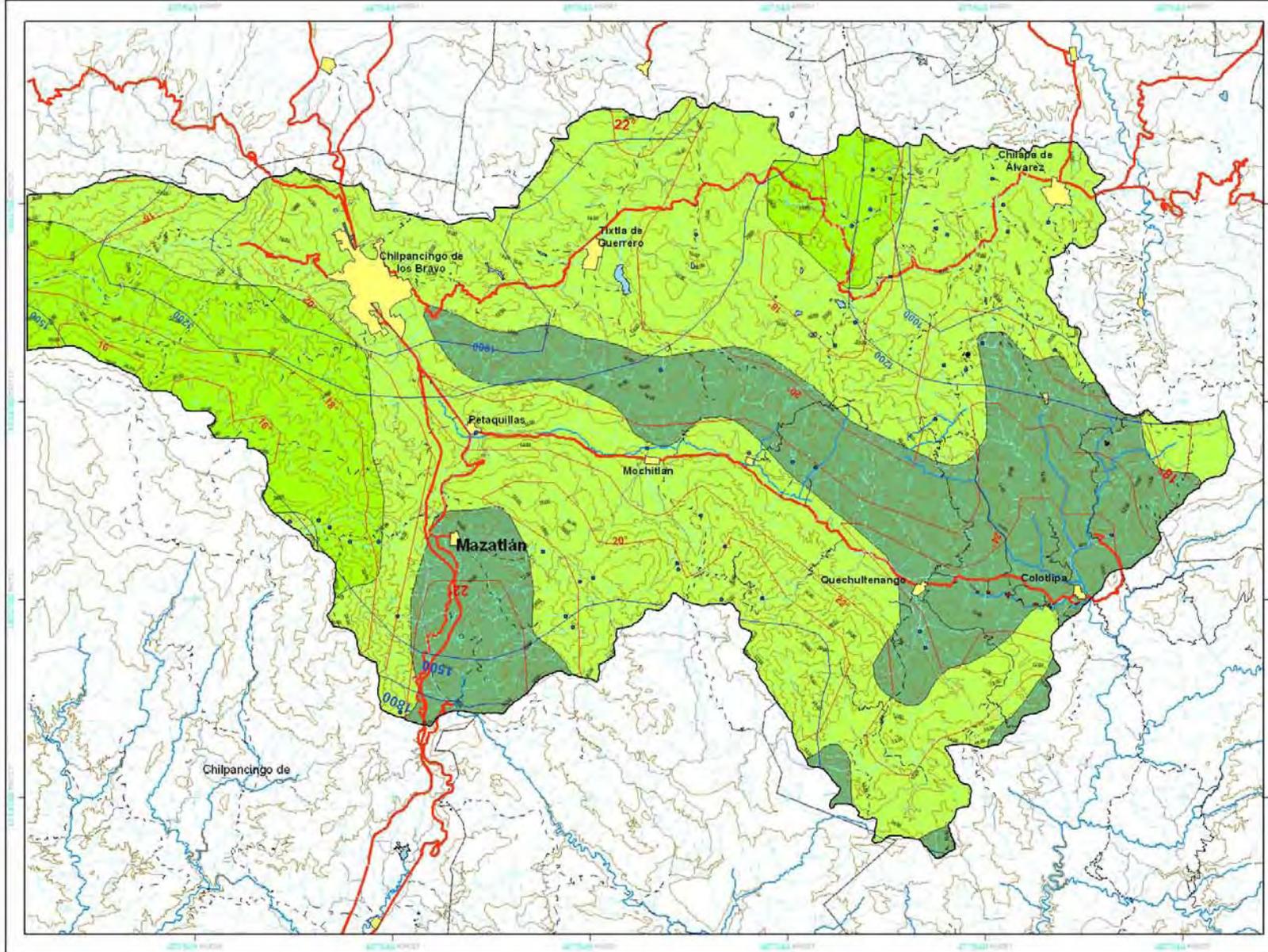
Simbología Base

Carretera de Nivel Maestro (Eje carretero 200 metros)	Vereda
Río permanente	Unidad del área de estudio
Río intermitente	Unidad Municipal
Acueducto	Zona urbana
Canal	Aeropuerto
Carretera pavimentada	Cuerpo de agua
Terminales	Reserva
Boquilla	Municipio

Escala - 1:195000

0 1.5 3 6 9 12 Km

Mapa 4
Tipos de Relieve



Simbología

Aw
 Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22 C y temperatura del mes más frío mayor de 10 C. Precipitación total anual alrededor de 1,300 mm, del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

A (C) w
 Semicálido subhúmedo, temperatura media anual de 18 C, temperatura del mes más frío de 10 C, temperatura del mes más caliente de 22 C. Precipitación total anual alrededor de 900 mm, del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

C (w)
 Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12 C y 18 C, temperatura del mes más frío entre -3 C y 10 C, temperatura del mes más caliente abajo de 22 C. Precipitación del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

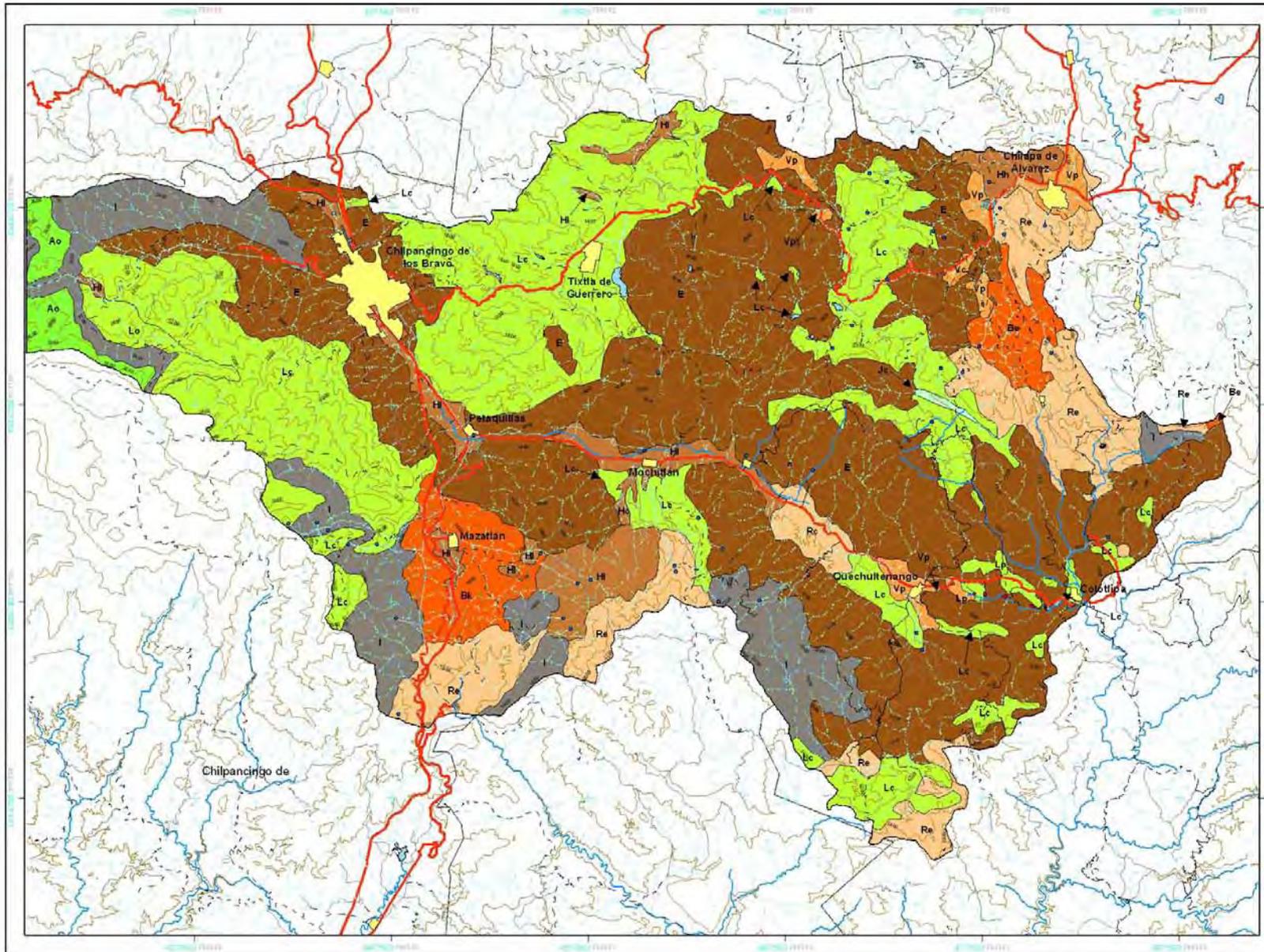
18 Isoterma media anual
1000 Isoyeta media anual

Simbología Base

— Curva de Nivel Maestro (Escala: 200 metros)	— Vendo
— Rios perennes	— Límite del área de estudio
— Rios intermitentes	— Límite Municipal
— Acueducto	— Zona urbana
— Canal	— Aeropuerto
— Carretera pavimentada	— Cuerpo de agua
— Terracería	— Balneario
— Balsa	— Montañas

Escala: 1:195000

0 1.5 3 6 9 12 Km



Simbología

 Ao	Acrisol órtico
 Bk	Cambisol cálcico
 Be	Cambisol éutrico
 Hc	Feozem calcánico
 Hh	Feozem háptico
 Hl	Feozem lúvico
 Jc	Fluvisol calcánico
 I	Litosol
 Lc	Luvisol crómico
 Lp	Luvisol plintico
 Lo	Luvisol órtico
 Rc	Regosol calcánico
 Re	Regosol éutrico
 E	Rendzina
 Vc	Vertisol crómico
 Vp	Vertisol pélico

Simbología Base

	Curva de nivel Maestra (E igualación 200 metros)		Vereda
	Ríos perennes		Límite del área de estudio
	Ríos intermitentes		Límite Municipal
	Acueducto		Zona urbana
	Canal		Aeropuerto
	Carrilera pavimentada		Cuerpos de agua
	Terracería		Bahareno
	Drecha		Manantiales

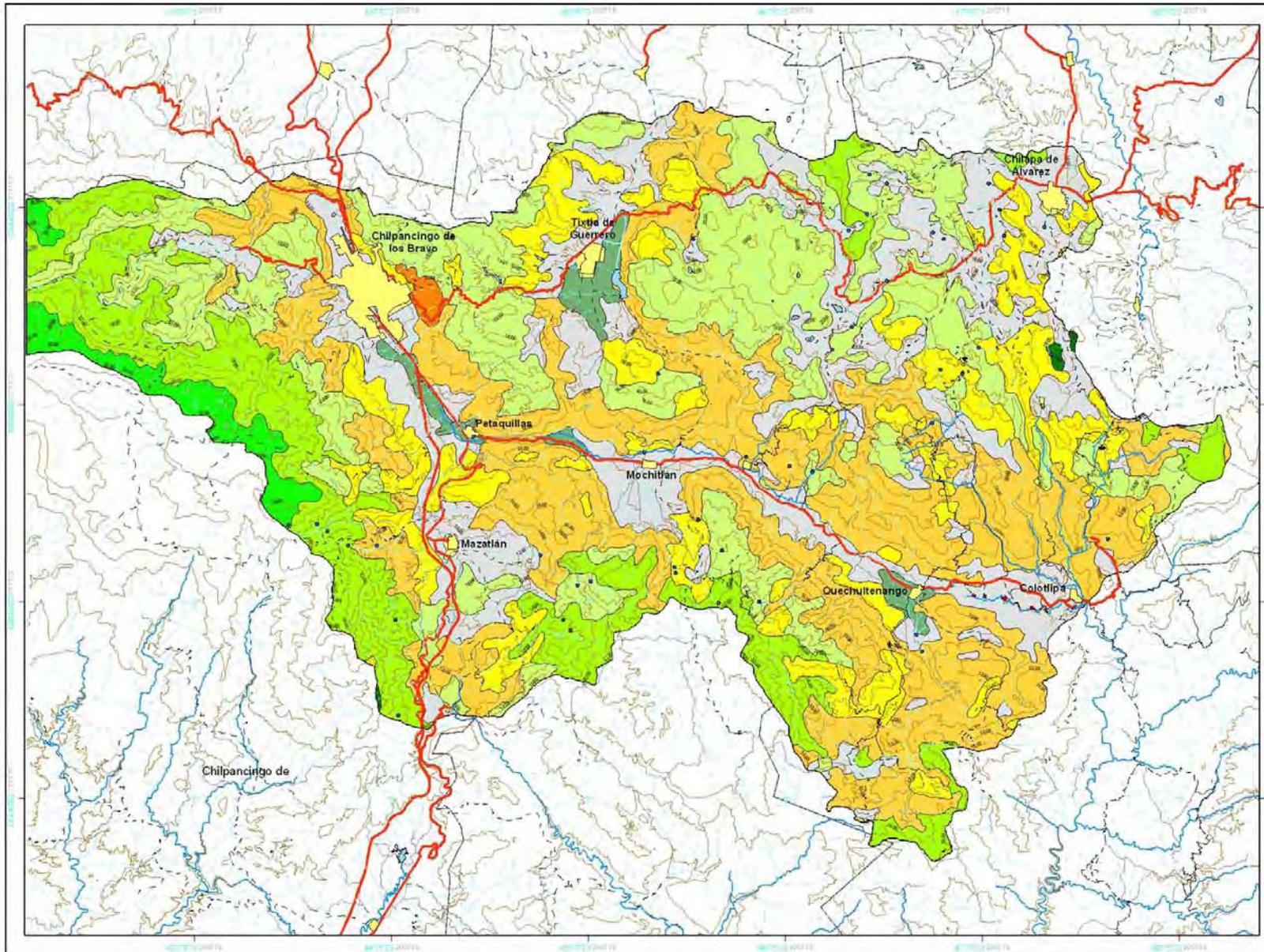
Escala: - 1:195000

0 1.5 3 6 9 12 Km

Mapa 6
Edafología

Localización





Simbología

Tipo de Vegetación

-  Bosque de Pino
-  Bosque mesófilo de montaña
-  Bosque de encino
-  Bosque de encino - pino
-  Selva baja caducifolia
-  Palmer

Uso de Suelo

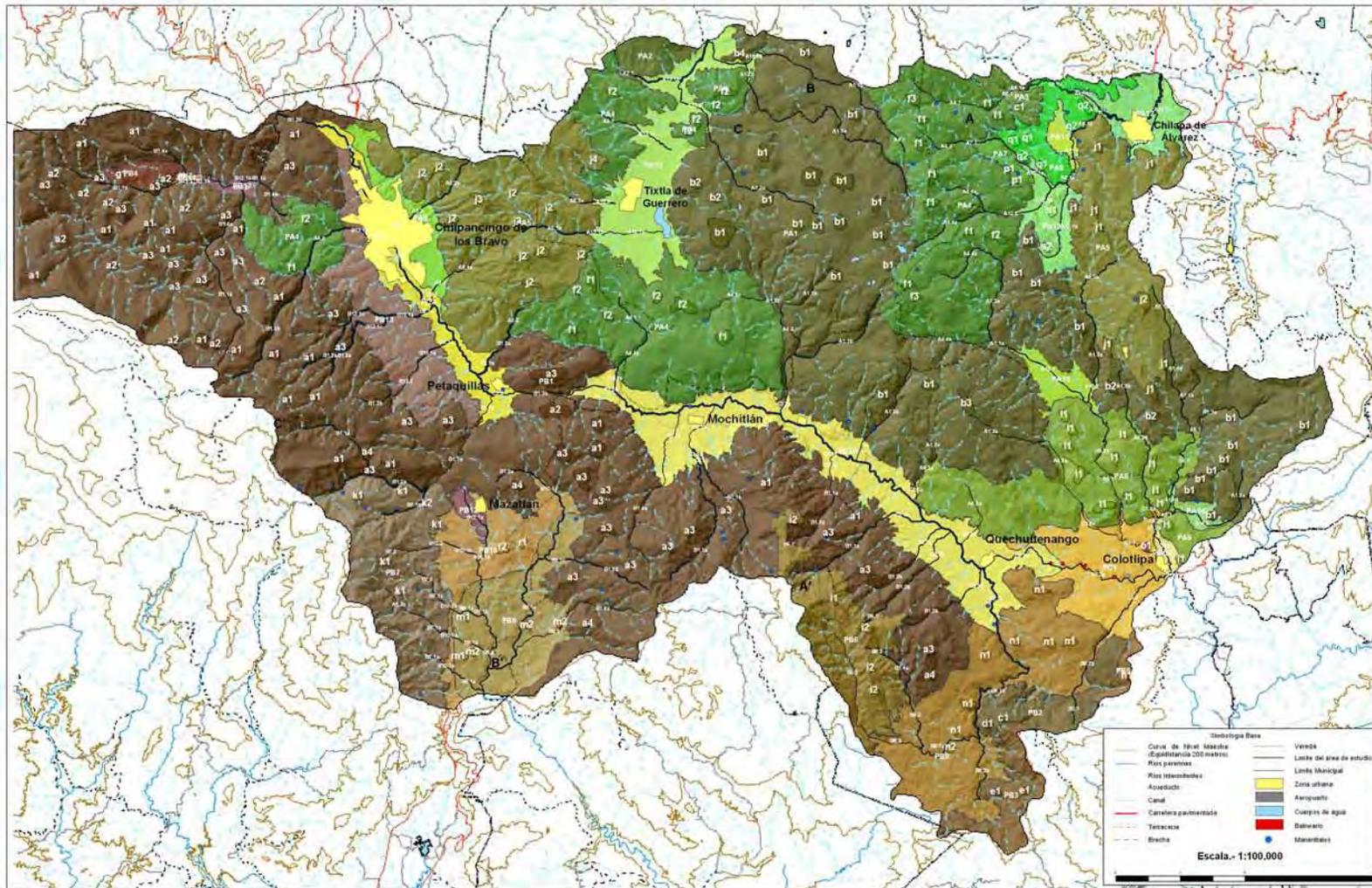
-  Agricultura de temporal
-  Agricultura de riego
-  Pastizal inducido
-  Zonas urbanas

Simbología Base

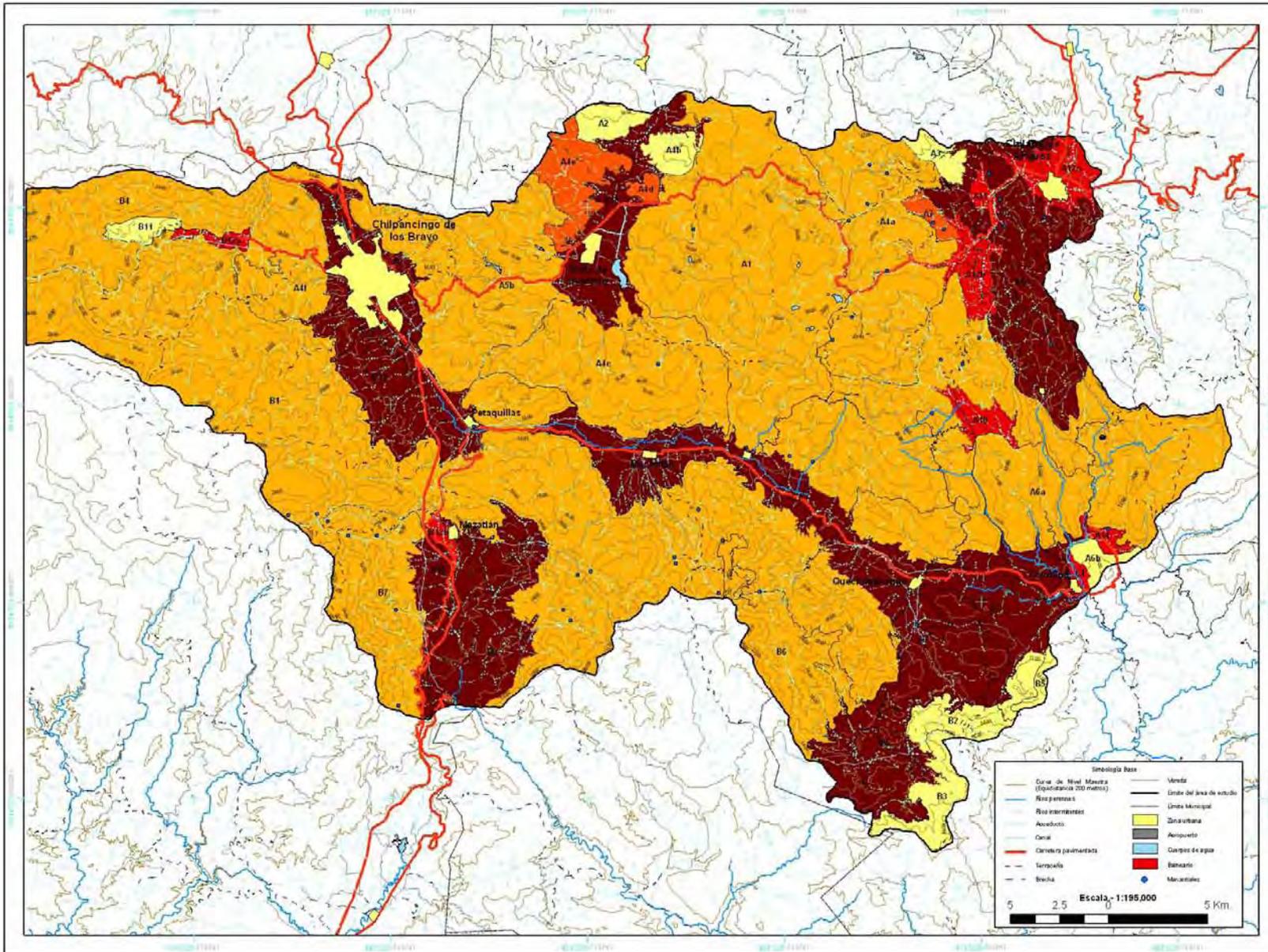
-  Curva de nivel Maestra (Escala: 200 metros)
-  Ríos perennes
-  Ríos intermitentes
-  Acueducto
-  Canal
-  Carretera pavimentada
-  Terrestre
-  Drenaje
-  Vereda
-  Límite del área de estudio
-  Límite Municipal
-  Zona urbana
-  Aeropuerto
-  Cuerpos de agua
-  Bahiaro
-  Manantiales

Escala: - 1:195000

0 1.5 3 6 9 12 Km



Simbología		
LOCALIDAD A	<ul style="list-style-type: none"> CORREDORES 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 	<ul style="list-style-type: none"> 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
LOCALIDAD B	<ul style="list-style-type: none"> CORREDORES 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 	<ul style="list-style-type: none"> 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
LOCALIDAD C	<ul style="list-style-type: none"> CORREDORES 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 	<ul style="list-style-type: none"> 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



Simbología

May baja degradación (A2, A3, A6, A6b, B2, B3, B4, B5)
Son áreas con un alto valor biológico y una actividad humana mínima, que provoca bajo o nulo impacto al medio natural y está asociada principalmente a la preservación y recuperación del medio natural.

Baja degradación (A1, A4a, A4c, A4f, A5b, A6a, B1, B6, B7)
Incluye actividades económicas cuyos impactos no causan alteración, ya que se emplean básicamente insumos naturales y se basan en una sustitución de la cobertura vegetal por cultivos o una explotación moderada.

Degradación media (A4d, A4e, A7)
Las actividades agrícolas y procesos naturales presentan una alteración constante a través del uso continuo de los recursos naturales y sustitución de la cobertura vegetal. El estado actual evidencia el deterioro que ha sufrido el procesamiento vegetal, producto de la explotación continua de la cobertura vegetal para establecer zonas de cultivo. Un factor que influyó en este comportamiento fue la escasez de estas zonas y la falta de políticas ambientales, ya que facilitó el acceso a la transformación de estas zonas, en la búsqueda de nuevas áreas para establecer la actividad agrícola. En la mayor acción económica, se basó en que el tipo de relieve más favorable, con pendientes que favorecen la explotación, asociada a la explotación de la vegetación, genera las condiciones para la pérdida de material en cada período de lluvia.

Degradación alta (A10, A11, A12a, A12b, A14, B11, B12a, B12b, C4)
Zonas en donde ha habido actividades humanas o económicas, actuales o pasadas a mayor escala y provocado un fuerte impacto, lo que ocasiona un deterioro de las condiciones de las comunidades y cambios en la estructura morfológica, con problemas como la desertificación, la contaminación de suelos, la erosión, etc.

El relieve dejó de ser obstáculo para el desarrollo de actividades humanas, se comenzaron por ser planicies y depresiones. Por esta razón, las modificaciones en la estructura y dirección del relieve geomorfológico. La agricultura y ganadería han influido, así como también, la cobertura natural y procesos de compactación de suelos. La salinización de las unidades urbanas y rurales provocó contaminación de suelo por desechos sólidos y agua por descargas domésticas. La erosión también no debería ser significativa debido al tipo de relieve, sin embargo, los valores de relación de barranca y densidad de drenación indican que el proceso de degradación ambiental no disminuye, solo se reduce, debido por las actividades salinizar con anterioridad.

Muy alta degradación (A5a, A6, A9, A13, B6, B9, B10, B13, C1, C2, C3)
Presentan fuerte actividad humana y económica, que ha causado la desaparición total de uno o varios componentes naturales de manera irreversible.

Los cambios que derivaron en esta categoría de degradación están relacionados con dos factores: cambio de uso de suelo y presencia de núcleos de población. Los cambios de uso de suelo para desarrollar actividades económicas así como la homogenización y crecimiento de los asentamientos, favoreció la desertificación y sustitución casi total de la vegetación natural por cultivos y la contaminación de las aguas superficiales. La presencia de asentamientos humanos, con importancia local o regional, determinó una distribución no homogénea en la mayoría de los paisajes y un mayor número de días de contaminación. El proceso de contaminación no es planificado y establece un ciclo que se repite, ya que esta y genera nuevos procesos (contaminación en masa). La contaminación de suelo y agua se evidencia. El proceso decisivo se comporta de manera similar a la categoría anterior.



Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Filosofía y Letras
 Posgrado en Geografía

Tesis de Maestría
 "Círculo Turístico Chilpancingo - Aztl: Evaluación de la Degradación del Paisaje"
 Julio César Carbajal Monroy

Simbología

- Agrícola
- Conservación
- Forestal
- Pecuario
- Urbano

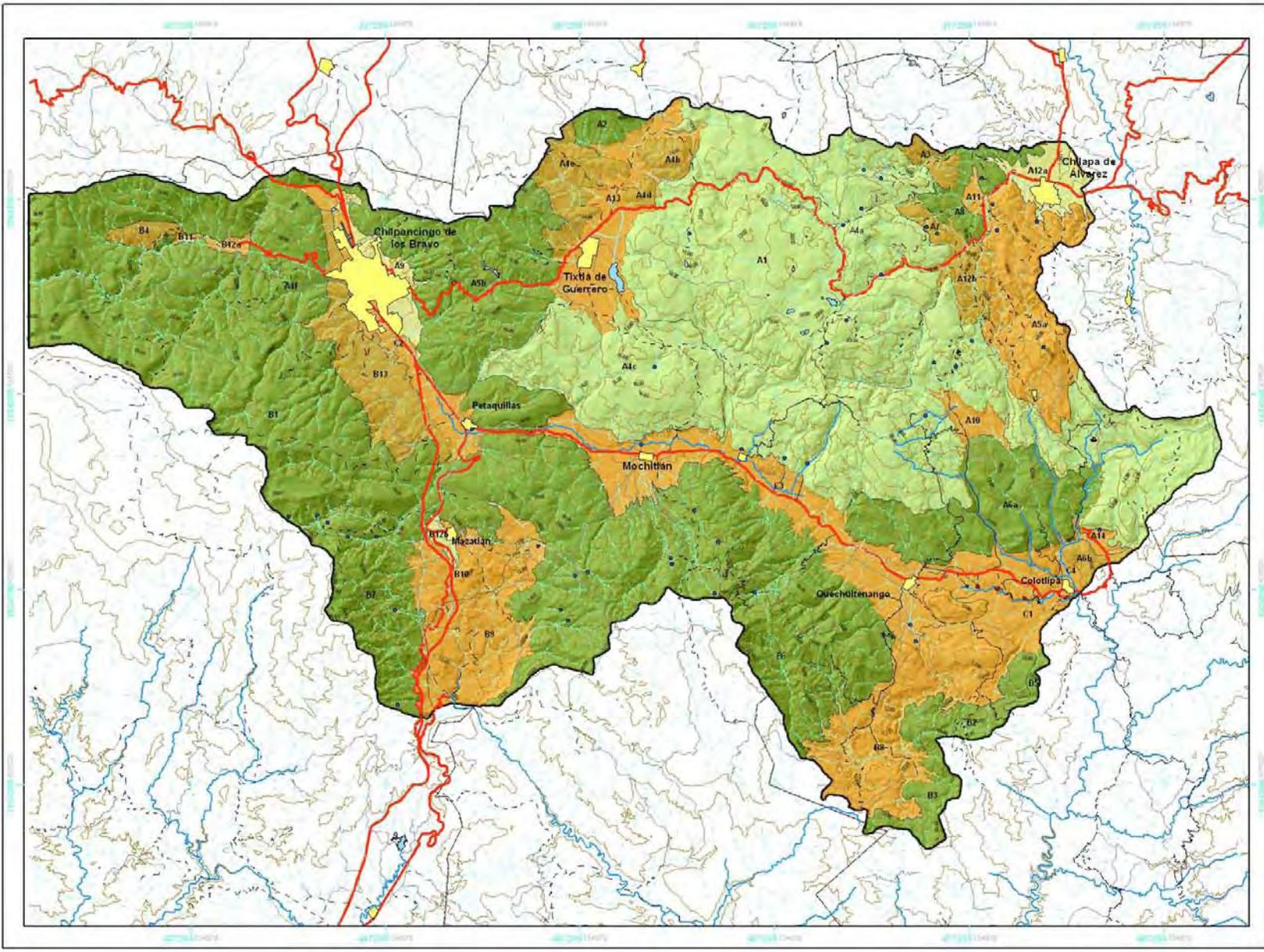
Cl.	Sim.	Descripción	Cl.	Sim.	Descripción
11	Ag	Agrícola	11	Ag	Agrícola
12	Ag	Agrícola	12	Ag	Agrícola
13	Ag	Agrícola	13	Ag	Agrícola
14	Ag	Agrícola	14	Ag	Agrícola
15	Ag	Agrícola	15	Ag	Agrícola
16	Ag	Agrícola	16	Ag	Agrícola
17	Ag	Agrícola	17	Ag	Agrícola
18	Ag	Agrícola	18	Ag	Agrícola
19	Ag	Agrícola	19	Ag	Agrícola
20	Ag	Agrícola	20	Ag	Agrícola
21	Ag	Agrícola	21	Ag	Agrícola
22	Ag	Agrícola	22	Ag	Agrícola
23	Ag	Agrícola	23	Ag	Agrícola
24	Ag	Agrícola	24	Ag	Agrícola
25	Ag	Agrícola	25	Ag	Agrícola
26	Ag	Agrícola	26	Ag	Agrícola
27	Ag	Agrícola	27	Ag	Agrícola
28	Ag	Agrícola	28	Ag	Agrícola
29	Ag	Agrícola	29	Ag	Agrícola
30	Ag	Agrícola	30	Ag	Agrícola
31	Ag	Agrícola	31	Ag	Agrícola
32	Ag	Agrícola	32	Ag	Agrícola
33	Ag	Agrícola	33	Ag	Agrícola
34	Ag	Agrícola	34	Ag	Agrícola
35	Ag	Agrícola	35	Ag	Agrícola
36	Ag	Agrícola	36	Ag	Agrícola
37	Ag	Agrícola	37	Ag	Agrícola
38	Ag	Agrícola	38	Ag	Agrícola
39	Ag	Agrícola	39	Ag	Agrícola
40	Ag	Agrícola	40	Ag	Agrícola
41	Ag	Agrícola	41	Ag	Agrícola
42	Ag	Agrícola	42	Ag	Agrícola
43	Ag	Agrícola	43	Ag	Agrícola
44	Ag	Agrícola	44	Ag	Agrícola
45	Ag	Agrícola	45	Ag	Agrícola
46	Ag	Agrícola	46	Ag	Agrícola
47	Ag	Agrícola	47	Ag	Agrícola
48	Ag	Agrícola	48	Ag	Agrícola
49	Ag	Agrícola	49	Ag	Agrícola
50	Ag	Agrícola	50	Ag	Agrícola

Simbología Base

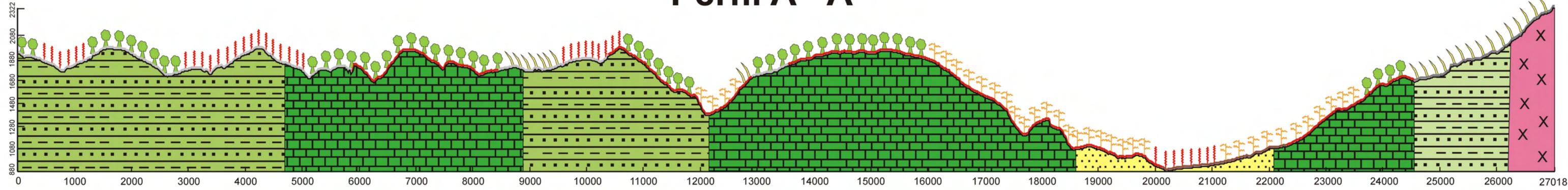
- Curva de Nivel Maestra (Equidistancia 200 metros)
- Veedo
- Ríos permanentes
- Límite del área de estudio
- Ríos intermitentes
- Límite Municipal
- Acumulación
- Zona urbana
- Canal
- Aeropuerto
- Carretera pavimentada
- Cuerpos de agua
- Tenencia
- Barriero
- Brecha
- Monumentos

Escala - 1:178000

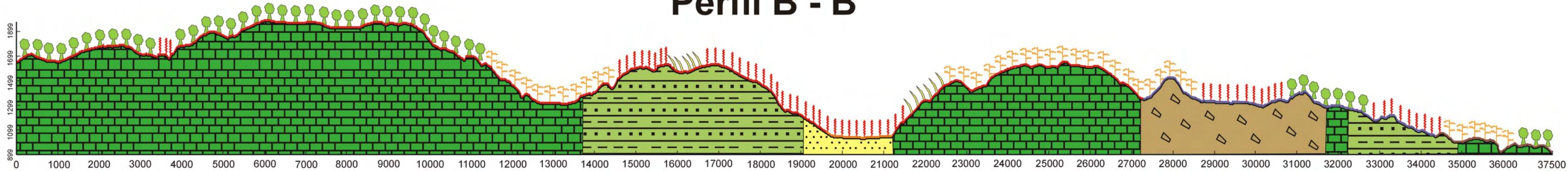
Mapa 10
Aptitud Natural de las Unidades de Paisaje



Perfil A - A'



Perfil B - B'



Perfil C - C'

