

*Análisis de los
Factores de
Transformación
Territorial
en los Corredores
Biológicos de
Chiapas Norte.*



*Características
del Medio
Físico Biótico y
Uso de las Tierras*



*Aristides Saavedra Guerrero
Daniel López López
Luis A. Castellanos Fajardo*

2016

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS MICRORREGIONES EN LA REGIÓN MEDIA Y ALTA DEL RÍO USUMACINTA Y UN SECTOR DE LA CUENCA DEL GRIJALVA	2
2 ASPECTOS DEL MEDIO FÍSICO	4
2.1 CLIMA	5
2.1.1 Elementos del Clima	6
2.1.2 Temperatura	6
2.1.3 Precipitación.....	8
2.1.4 Tipos de Climas.....	10
2.2 GEOLOGÍA.....	16
2.2.1 Breve Historia Geológica Regional.....	16
2.3 HIDROGRAFÍA.....	20
2.3.1 Aspectos Generales.....	20
2.4 ASPECTOS DEL RELIEVE.....	23
2.5 FISIOGRAFÍA.....	26
2.5.1 Clasificación Fisiográfica en la ZE de las “Microrregiones de Chiapas Norte”	27
2.5.2 Provincias Fisiográficas	28
2.6 SUELOS.....	34
3 USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL 2014 EN LAS CORREDORES BIOLÓGICOS DE “CHIAPAS NORTE”	44
3.1 METODOLOGÍA.....	44
3.1.1 Consecución y Análisis visual de las imágenes (SPOT y RAPIDEYE) para evaluar la calidad de las mismas en términos de cobertura de nubes.	45
3.1.2 Procesamiento y clasificación de las imágenes.....	45
3.2 RESULTADOS VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN LAS MICRORREGIONES.....	48
4 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL - APTITUD DE LAS TIERRAS	52
4.1 ASPECTOS CONCEPTUALES	52
4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE TIERRA POR CAPACIDAD DE USO	57
REFERENCIAS	62

INTRODUCCIÓN

En el marco del convenio de ejecución entre el Centrogeo y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad –CONABIO- para el “Análisis de los factores de transformación territorial en los corredores biológicos de Chiapas Norte” en sectores medio y alto de la región del río Usumacinta en México, delimitados por las microrregiones definidas por CONABIO, para este proyecto, se hace una descripción del medio biofísico acompañado de los respectivos mapas temáticos tales como las regiones fisiográficas, geología y las unidades climáticas y geomorfológicas de las Zona de Estudio (ZE). Se describen y muestran la distribución espacial y la caracterización de los grandes paisajes fisiográficos que hay en esta parte del territorio, los cuales han sido originados y controlados por procesos exógenos y endógenos; sucesos que nos permite identificar, delimitar y caracterizar los paisajes.

En el presente estudio la caracterización y análisis del subsistema biofísico se desarrolló bajo la metodología de análisis fisiográfico, donde se definen las unidades de paisaje a nivel regional del sur del país (*Región de la Cuenca del Río Usumacinta RCRUM*¹ para México, Guatemala y Belice) en un contexto geográfico transnacional denominado en dicho estudio “Región de la Selva Maya”. La metodología señalada se apoya en un sistema de clasificación jerárquico, el cual se presenta como una aproximación integral del paisaje fisiográfico; fundamentada en el análisis y clasificación del territorio, con el fin de contribuir al conocimiento del medio, preservación de sus recursos naturales y el uso y manejo más apropiado de las tierras de esta región.

El análisis fisiográfico incorpora elementos ambientales como son la geología (litología), el clima, el relieve, ambiente morfogenético, edad y algunos aspectos bióticos, los cuales en su conjunto conforman este sistema categórico y jerárquico de clasificación del terreno (formas del relieve), adoptando procedimientos sistemáticos que permitan identificar y espacializar variables, categorizar problemas (uso y manejo de las tierras, áreas susceptibles a erosión, inundación...) y definir escenarios de ordenamiento deseados, los cuales serán punto de partida y objeto de seguimiento para estudios a diferentes escalas (regional, estatal, cuencas, municipal).

Del mismo modo el presente documento corresponde a la memoria técnica, explicativa y descriptiva la cual contempla introducción, localización, aspectos físico bióticos como clima, geología, hidrografía, suelos y el análisis y la clasificación fisiográfica de la ZE, con las categorías establecidas a nivel de grandes paisajes, en las cuales se abordan, describen y relacionan algunas características representativas de la región.

¹ Véase en el marco conceptual y metodológico del Estudio “La Clasificación Fisiográfica de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta”. Elaborado por: Saavedra, A. y Castellanos, L. (2013). CENTROGEO – FORDECYT.

1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS MICRORREGIONES EN LA REGIÓN MEDIA Y ALTA DEL RÍO USUMACINTA Y UN SECTOR DE LA CUENCA DEL GRIJALVA

La ZE se localiza aproximadamente entre los 17° 30' 00" y 16° 04' 27" de latitud Norte y los 92° 07'38" y 90° 22' 13" de longitud al Oeste de Greenwich (**Figura 1**) y las Microrregiones de Marqués de Comillas, Benemérito de las Américas, Maravilla Tenejapa, Naha-Metzabok, Santo Domingo Palestina y Cañadas se encuentran inmersas en esta zona, representando con ello el área de interés de este proyecto y cuentan con una superficie total aproximada de 524,321 Ha (*tabla 1*). Estas Microrregiones a su vez, se enmarcaron en el área ya denominada con anterioridad *ZONA DE ESTUDIO (ZE)* para propósitos de este trabajo y en particular para el análisis y la caracterización del medio físico-biótico. Cuenta con 1,304, 361 Ha de área total, la cual se representa y define a partir del contexto de los sectores Medio y Alto de la Cuenca del Río Usumacinta² (ver apartado hidrografía) y un pequeño sector de la cuenca del río Grijalva, el cual corresponde a una pequeña porción de la microrregión Naha-Metzabok. Del área total aproximada de la ZE, a la Cuenca Media del Usumacinta (CMU) corresponden 985,637 Ha, equivalente al 75.5 %; la Cuenca Alta del Usumacinta (CAU) contribuye con el 22% correspondiente a 287,305.35 y la Cuenca del Grijalva participa en este estudio de microrregiones con 31,418 Ha que representan el 2.5% aproximadamente.

La ZE en su contexto geográfico delimitada para este estudio se ubica principalmente en el Estado de Chiapas, en los municipios de Ocosingo, Benemérito de las Américas, Marqués de Comillas y Maravilla Tenejapa esencialmente, incursionando en muy pequeños tramos en los municipios de Palenque, Chilón, Altamirano y las Margaritas; así como una parte del Estado de Tabasco, en el municipio de Tenosique y un pequeño sector de Emiliano Zapata (**Figura 2**).

Microrregiones	Ha	%
Microrregión Santo Domingo Palestina	69,216.72	13.20
Microrregión Cañadas	163,598.36	31.20
Microrregión Benemérito de las Américas	108,101.79	20.62
Microrregión Marqués de Comillas	92,052.14	7.56
Microrregión Maravilla Tenejapa	54,084.30	10.32
Microrregión Naha - Metzabok	37,266.94	7.11
Área Total	524,320.24	100.00

Tabla 1. Área en Hectáreas (Ha) de las Microrregiones

² Regiones de la cuenca del Río Usumacinta subdivididas y delimitadas para propósito de otros estudios por el CENTROGEO

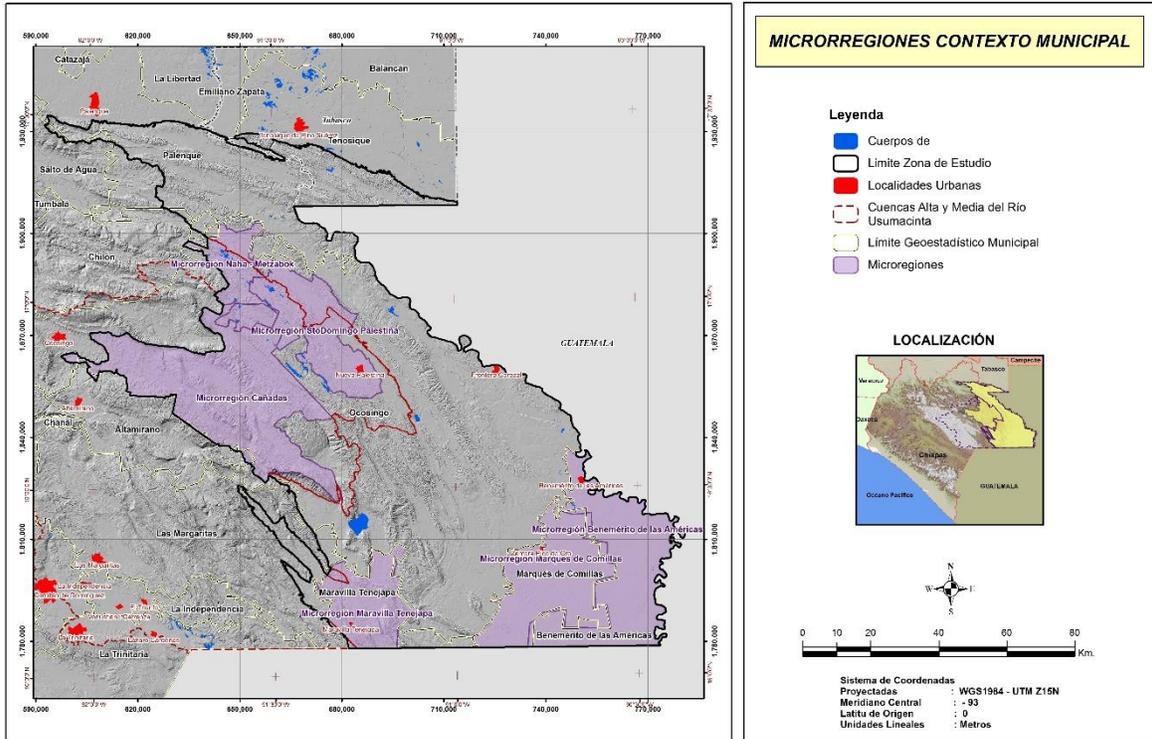


Figura 1. Localización de las Microrregiones en la ZE

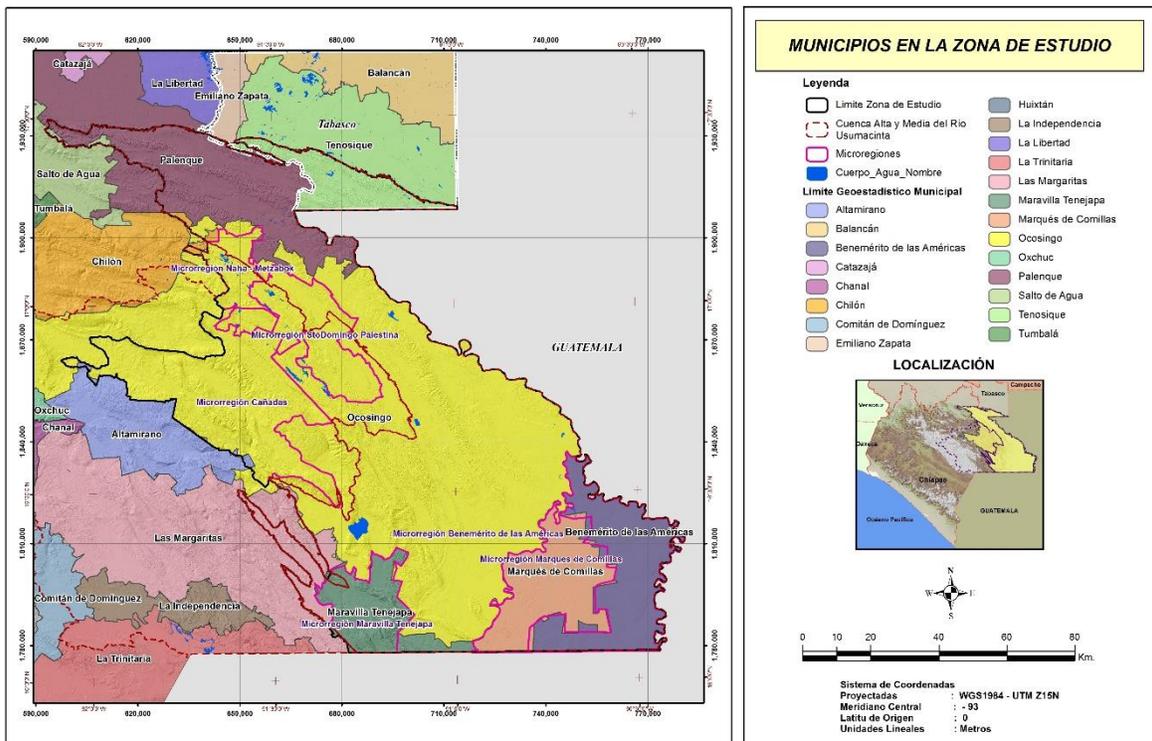


Figura 2. Municipios presentes en la ZE

2 ASPECTOS DEL MEDIO FÍSICO

En la Región de la Cuenca del Río Usumacinta (*RCRUM*), de las 17 provincias florísticas descritas por J. Rzedowski (1998) existen dos: La primera denominada Región Caribe, corresponde a la provincia N°16 nombrada Costa del Golfo de México, una de las más extensas en la zona sur del país, se extiende en forma de una franja continua a lo largo de las partes bajas de los estados de Veracruz y Tabasco ocupando casi todo su territorio. La segunda Región y a la cual pertenece la CMU, se denomina Mesoamérica de Montaña que corresponde a la provincia N°6 denominada Serranías Transistmicas, abarca las montañas de Chiapas, continuándose más allá de la frontera de México sobre las partes elevadas de la mitad septentrional de Centroamérica.

La Cuenca Media del Usumacinta (CMU) por su posición geográfica comparte la mayor parte del sector fronterizo entre México y Guatemala; donde el río Usumacinta es la línea y límite fronterizo político administrativo. Esta cuenca por su extensión, localización y sus características naturales es una región que alberga importantes recursos y servicios ecosistémicos. En la cuenca intervienen múltiples aspectos de tipo social, económico, cultural, ambiental y los concernientes a una región morfológica que comprende una región natural, que en este caso presenta tres unidades climáticas, conformadas a su vez, por un conjunto de unidades genéticas de relieve con relaciones de conexión y afinidad de tipo geológico en cuanto a edad, litología/depositos superficiales, hidrografía, estructuras y geoformas espacialmente a nivel regional, entendidas éstas como la disposición de las unidades de paisaje establecidas en el contexto medio ambiental (Saavedra A, 2013).

Los diversos ecosistemas presentes en la CMU actúan y tiene un papel muy importante al ser reguladores de muchos procesos ecológicos y por mantener la conectividad entre varias de sus Áreas Naturales Protegidas (ANP's). En la CMU (México) se encuentran las ANP's de las Reservas de la Biosfera Montes Azules con 331,200 Ha y Lacantún con 61,873 Ha, las Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF) de Chan Kin (12,184 Ha), los Monumentos Naturales Yaxchilán (2,261 Ha) y Bonampak (4,357 Ha) en el estado de Chiapas; en el Estado de Tabasco figura el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) del Cañón del Usumacinta (Saavedra A, y López D. 2015).

El caso particular de las Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF) de Metzabok y Naha se encuentra en el municipio de Ocosingo; en el caso de Metzabok esta se localiza en la microrregión de Naha – Metzabok; y Naha en la microrregión de Santo Domingo Palestina. La ANP de las Reservas de la Biosfera Montes Azules unas partes de esta reserva se localizan en los municipios de Ocosingo y Maravilla Tenejapa, e igualmente se encuentran formando parte de las microrregiones de Maravilla Tenejapa y Santo Domingo Palestina (**Figura 3**).

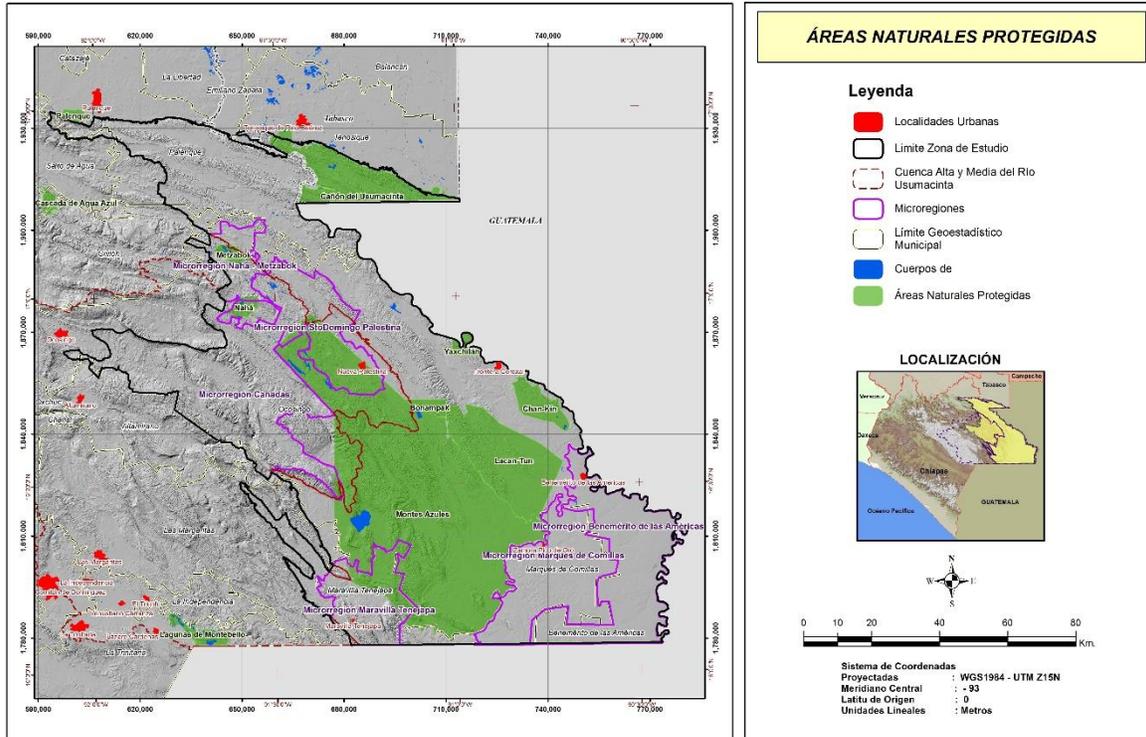


Figura 3. Áreas Naturales Protegidas (ANP's) en las Microregiones y ZE

El presente apartado describe el análisis físico que incluye aspectos de clima, geología / litología, hidrografía, relieve, suelos y fisiografía de la ZE delimitada para la presentación y descripción de las Microregiones.

2.1 CLIMA

En el nivel más simple, el tiempo es lo que está sucediendo en la atmósfera en un momento dado. El clima, en un sentido estricto, puede ser considerado como el "tiempo promedio", o de una manera más exacta, se puede definir como "la descripción estadística en términos de la media y la variabilidad de las cantidades pertinentes durante un período de tiempo " (WMO, 2015).

Los climas se establecen recogiendo las observaciones realizadas día a día en las diversas estaciones meteorológicas durante una serie de años, que al menos deben ser treinta, para obtener una fiabilidad mínima. El compendio de todos los datos permite establecer las distintas zonas climáticas en el planeta. La climatología es la ciencia que se encarga de estudiar las variedades climáticas que se producen en la Tierra y sus diferentes características en cuanto a: temperaturas, precipitaciones, presión atmosférica y humedad (Fonseca, M^a Isabel. ed-0151).

El clima conforma el conjunto de condiciones de la atmósfera que caracterizan el estado o situación del tiempo atmosférico y su evolución en un lugar o región; por lo tanto, el clima es determinado por el análisis espacio temporal de los elementos que lo definen y los factores que lo afectan. Entre los elementos principales del clima se tiene temperatura, precipitación, presión

atmosférica, brillo solar, vientos, humedad, etc.; siendo los dos primeros los más importantes ya que permiten delimitar, clasificar y zonificar el clima de una región determinada, donde los otros se presentan como atributos caracterizadores de las unidades ya definidas. Los factores del clima como: pendiente, altitud, corrientes oceánicas y formas y orientación del relieve, generan cambios climáticos a nivel regional o local, en tanto que la cobertura vegetal es causa y efecto del clima tanto como su indicador. El clima es fundamental en el aspecto físico-biótico por su directa influencia en la evolución de los suelos y del paisaje en su conjunto (INEGI, 2008).

2.1.1 Elementos del Clima

Las Temperaturas se expresan como promedios. Se habla de temperaturas medias (diarias, mensuales, anuales...) y de oscilación o amplitud térmica, que es la diferencia entre el mes más frío y el mes más cálido de un lugar. Las Precipitaciones se establecen mediante los totales recogidos en los pluviómetros, las cantidades se suman y determinan el régimen pluviométrico del lugar o zona, estimándose como lugar seco o húmedo o estación húmeda o de humedad constante. (CICA, España cap. 2).

A continuación se presenta un análisis general de las condiciones de precipitación y temperatura, en la ZE y principalmente en el sector de la cuenca media del río Usumacinta, donde se encuentra la mayor parte de la ZE. Este análisis se basa principalmente en la información disponible en el “Atlas Climático Digital de México (ACDM)³”, desarrollado por la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM (UNIATMOS), la cual se fundamenta en las mediciones de diversas fuentes, principalmente del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua de México, así como en información de bases climáticas del National Climatic Data Center (NCDC), mismas que fueron interpoladas considerando los efectos topográficos conforme a la base Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). La información obtenida del ACDM se procesa y se presenta en mapas con valores de Precipitación Promedio Mensual, Precipitación Máxima y Mínima (mm) y los valores de Temperatura Media Mensual, Temperaturas Máxima y Mínimas (°C) para el periodo comprendido entre los años 1950 – 2000. (Tomado de Saavedra. A y Castellanos L, 2013).

2.1.2 Temperatura

En la ZE la temperatura media anual presenta un rango entre 17.2 y 26.7°C. La **Figura 4** muestra su distribución geográfica y su comparación con las cotas de 500, 1000 y 1500 metros de altura, lo cual nos indica que existe cierto grado de relación de este parámetro climático con la altitud; de esta manera se observa como correlacionan la cota de 1000 metros con las temperaturas inferiores a 24°C y una correlación de la cota de 500 metros con las temperaturas mayores a 24°C. En la mayor parte de la zona Este, y de norte a sur en la ZE se observa como las temperaturas promedio anual es mayores a 24°C., varios factores pueden explicar estas temperaturas, uno que la zona donde se presentan corresponde a las áreas o tierras más bajas en cuanto a altitud, por lo tanto se presentan valores inferiores a 500 m.s.n.m; por otro lado, también corresponde a aquellas áreas que pertenecen a las depresiones interiores y a los lugares donde puede haber cierta

³ Fernandez-Eguiarte A., J. Zavala-Hidalgo, R. Romero-Centeno. 2010. Atlas Climático Digital de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>

influencia de las tierras bajas de los principales ríos que bañan la región en su sector medio (CMU) como el Usumacinta, Lacantún, Tzendales, Lacanjá, San Pedro etc, con las cuales estas zonas colindan, y donde las temperaturas superan los 24°C.

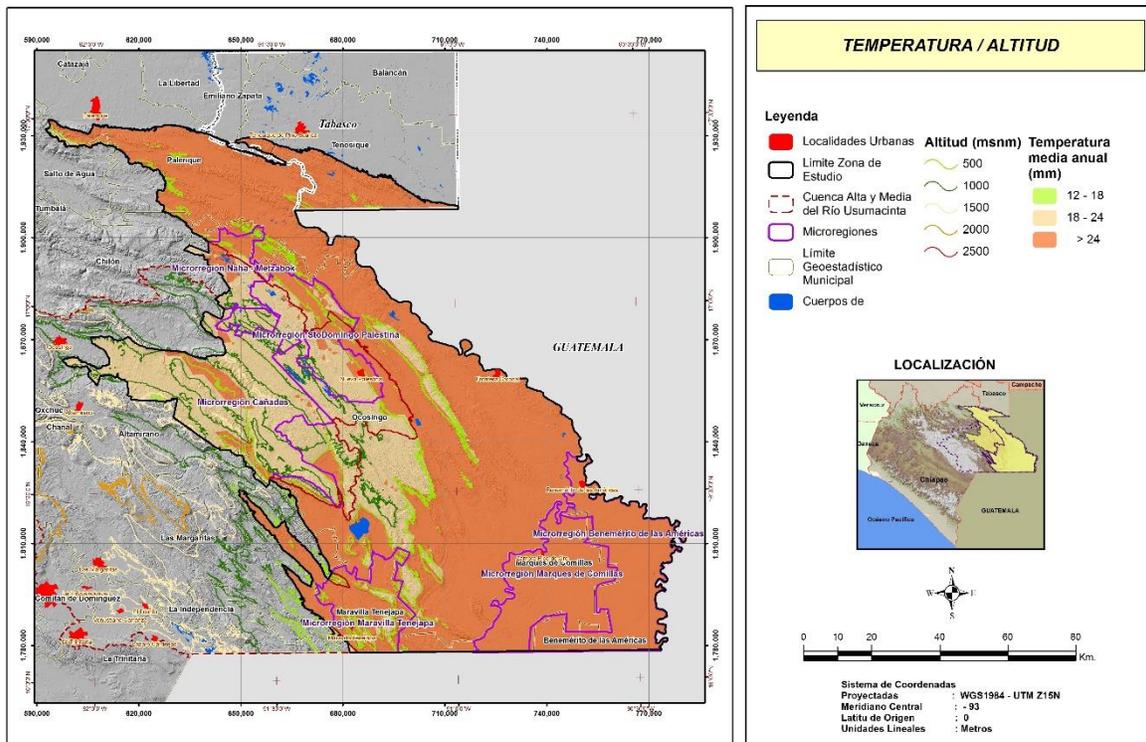


Figura 4. Temperatura promedio mensual (°C)-ZE

En la (ZE) **Figura 5**, con relación a la temperatura en la región se presentan dos periodos que corresponden a otoño-invierno y primavera - verano, donde las temperaturas media mensual fluctúan en otoño (temporada Septiembre/Noviembre) entre los 15.9 y 27.9 °C y en época de invierno (Diciembre /Febrero) entre los 14.8 y 24.4 °C. En el caso del periodo primavera (Marzo – Mayo) se alcanzan temperaturas promedio mensual que oscilan entre los 16.9°C hasta los 29.5°C. De igual manera en la época de verano (Junio – Agosto) se presentan temperaturas promedio mensual con variaciones en las temperaturas que van desde los 17.6°C a los 28.5°C. Para los años considerados (1903-2011), la temperatura promedio máxima registrada en el área se dio en el mes de Mayo con 29.5°C y la temperatura promedio mensual mínima en el mes de enero con 14.8°C.

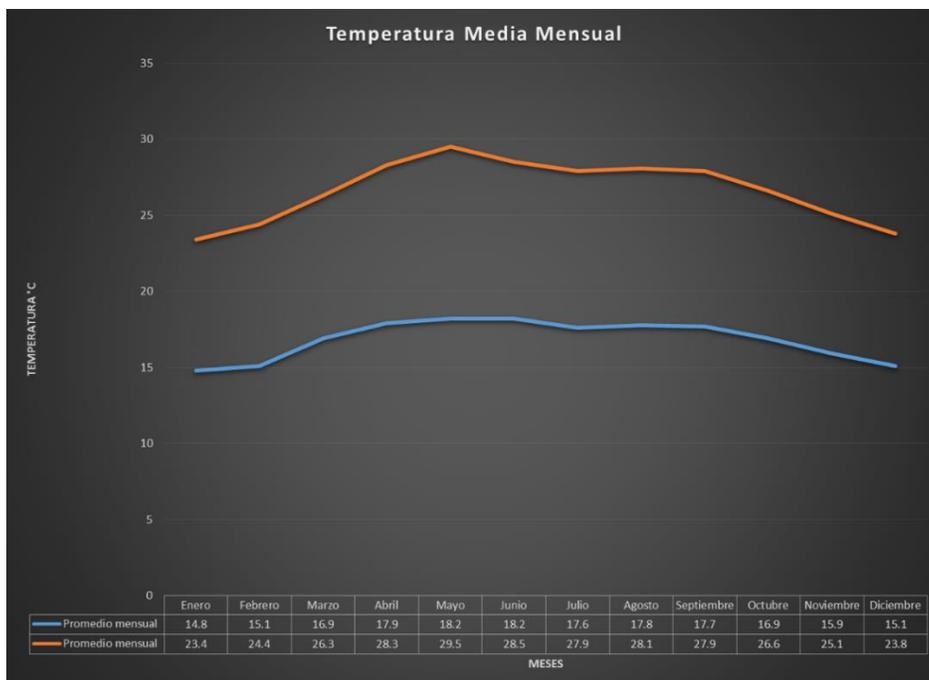


Figura 5. Temperatura promedio anual (°C)-ZE

2.1.3 Precipitación

En la ZE la precipitación media anual presenta un rango entre 1,542 y 4,349 mm, presentándose en general los mayores valores en la zona suroeste. La **Figura 6** muestra su distribución geográfica, y su comparación con las cotas de 500 y 1000 metros indica en algunas zonas el efecto de la altura sobre la distribución de la precipitación.

La distribución de las lluvias a través del año tiene un patrón monomodal (**Figura 7**) con una estación seca bien definida entre los meses de Diciembre a Abril, presentándose la época más seca en el periodo comprendido entre Febrero y Abril (con un total de precipitación de 91mm en ese trimestre), siendo el mes de Marzo el mes donde se presentó la precipitación media mensual más baja con 21mm. La estación húmeda se presenta desde el mes de Mayo hasta Noviembre, siendo el mes de Julio el más lluvioso con una precipitación máxima media mensual de 762mm. En este periodo lluvioso se registran valores de precipitación pluvial media mensual que oscilan entre los 181 y 762mm, registrándose durante este periodo (entre mayo y noviembre) lluvias que van desde los 1,349 y 3,545 mm, igualmente para los años considerados entre 1903 y 2011.

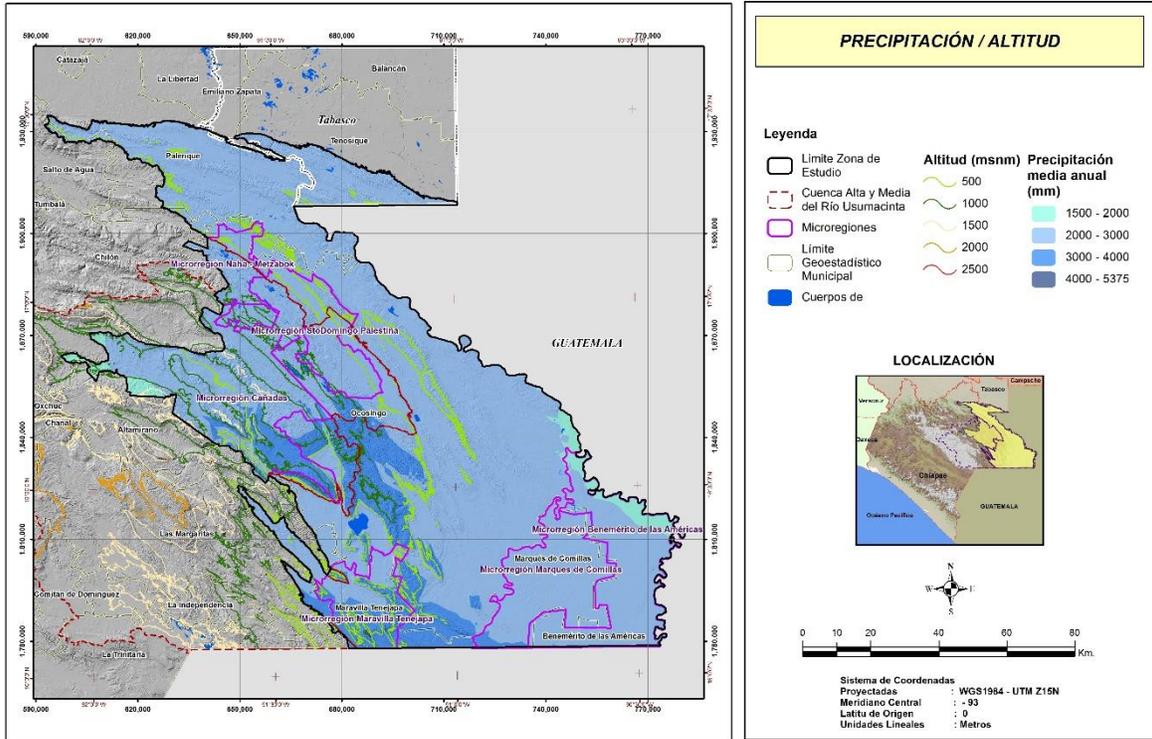


Figura 6. Precipitación promedio anual (mm)-ZE

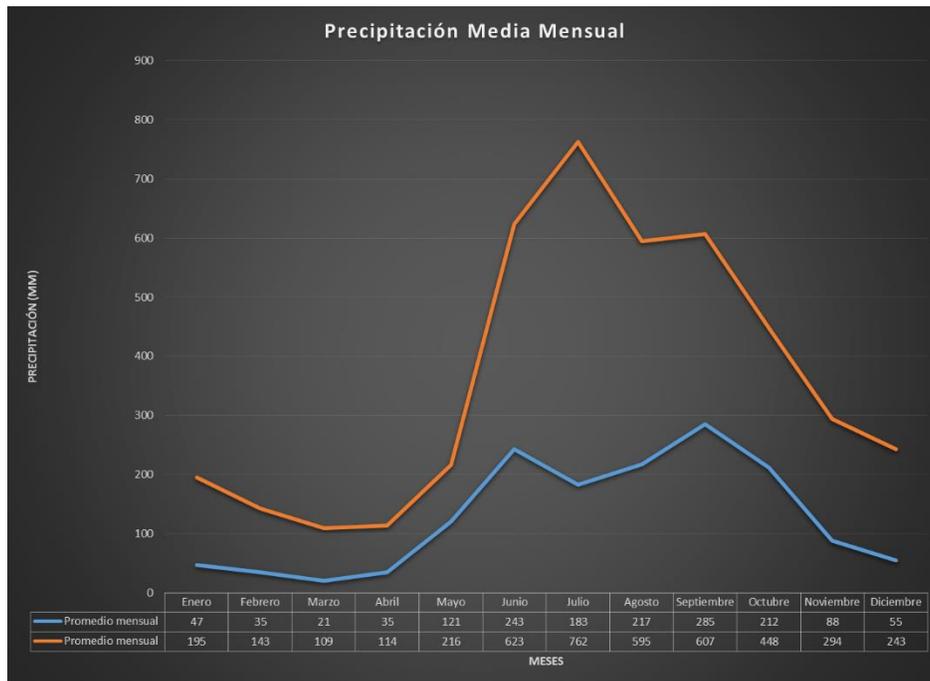


Figura 7. Precipitación promedio mensual, ZE

2.1.4 Tipos de Climas

Las clasificaciones climáticas agrupan características relacionadas con las condiciones atmosféricas más importantes para entender la distribución de los seres vivos y, por otro lado, la disponibilidad o limitación de los recursos naturales para el ser humano. A continuación se muestra la distribución geográfica de los tipos de clima que se presentan en la ZE y su descripción, de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por E. García (**Figura 8**).

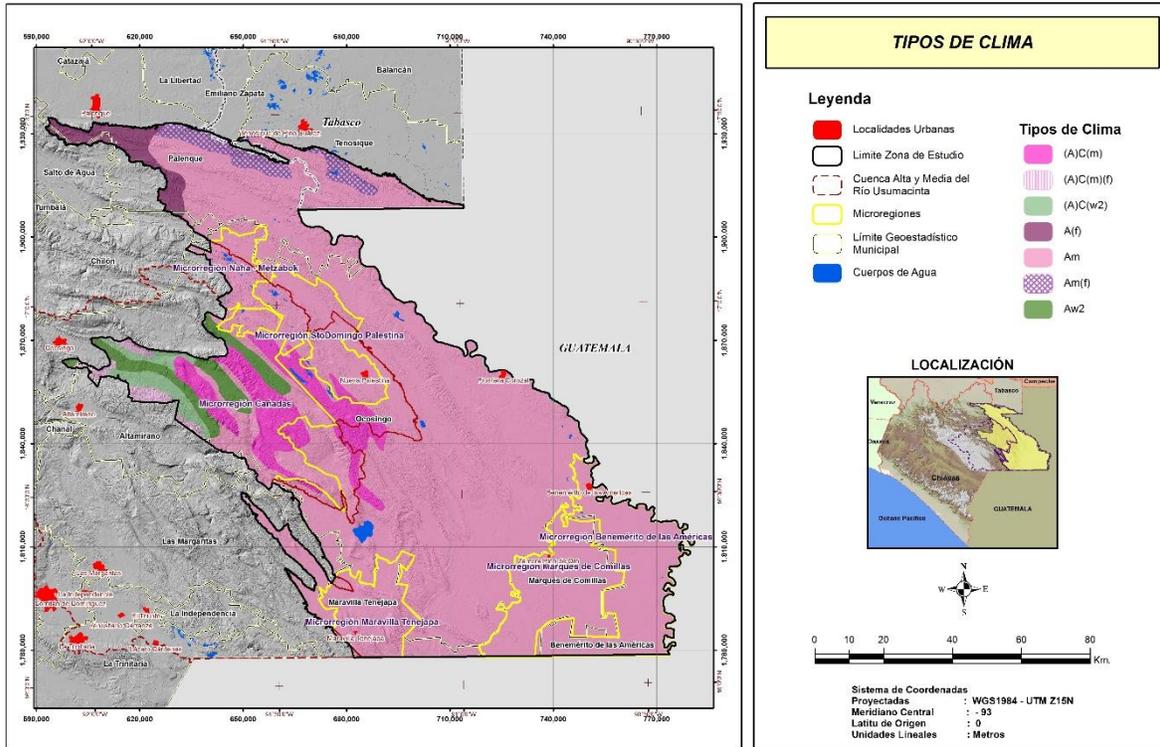


Figura 8. Tipos de Clima (sistema de Köppen modificado por E. García)

(A)C (m) (f) - Semicálido húmedo 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. Con precipitación anual mayor de 500 mm y precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

(A)C (m) - Semicálido húmedo 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.

Am - Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual. Constituye este tipo de clima el más representativo de la cuenca media.

Am (f) - Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

A (f) - Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.

(A)C (w2) – 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.

Aw2 - Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C.

Por otra parte, de acuerdo con la propuesta climática elaborada por Saavedra A y Castellanos L (2013) **Figura 9**, la mayor parte del área se encuentra representada en la “región climática de las tierras bajas cálidas, *unidad climática cálido húmedo*, provincia de humedad húmeda”; con precipitaciones entre 1,500 y 3,000 mm anuales y temperaturas promedio anual mayores a 24°C; otra parte de la ZE está representada por la “región climática de las tierras bajas cálidas, *unidad climática cálido muy húmedo*, con precipitaciones entre 3,000 y 4,337mm anuales y temperaturas promedio anual mayores a 24°C; también están presentes las “tierras medias templadas, *unidad climática semicálido húmedo*” con precipitaciones entre 1,500 y 2,000mm anuales y temperaturas promedio anual entre 18 y 24°C; la “*unidad climática semicálido muy húmedo*” con precipitaciones entre 2,000 y 4,000mm anuales y temperaturas promedio anual entre 18 y 24°C; así como la “*unidad climática semicálido pluvial*” con precipitaciones de 4,000 a 5,375mm anuales y temperaturas promedio anual entre 18 y 24°C. En los sectores de mayor altitud en la región (arriba de los 1500m de altura) localizados en el municipio de Ocosingo – microrregión Cañadas, frontera con el municipio de Altamirano se encuentran las “tierras altas templadas, *unidad climática templado subtropical húmedo*; con precipitaciones entre 1,000 y 2,000mm anuales y temperaturas promedio anual entre los 12 a 18°C y “tierras altas templadas, *unidad climática templado subtropical muy húmedo*; con precipitaciones entre 2,000 y 4,000mm anuales y temperaturas promedio anual entre los 12 a 18°C.

A continuación se describen las tres principales unidades climáticas presentes por su extensión en la ZE acorde con los resultados obtenidos en la metodología de unidades climáticas propuesta.

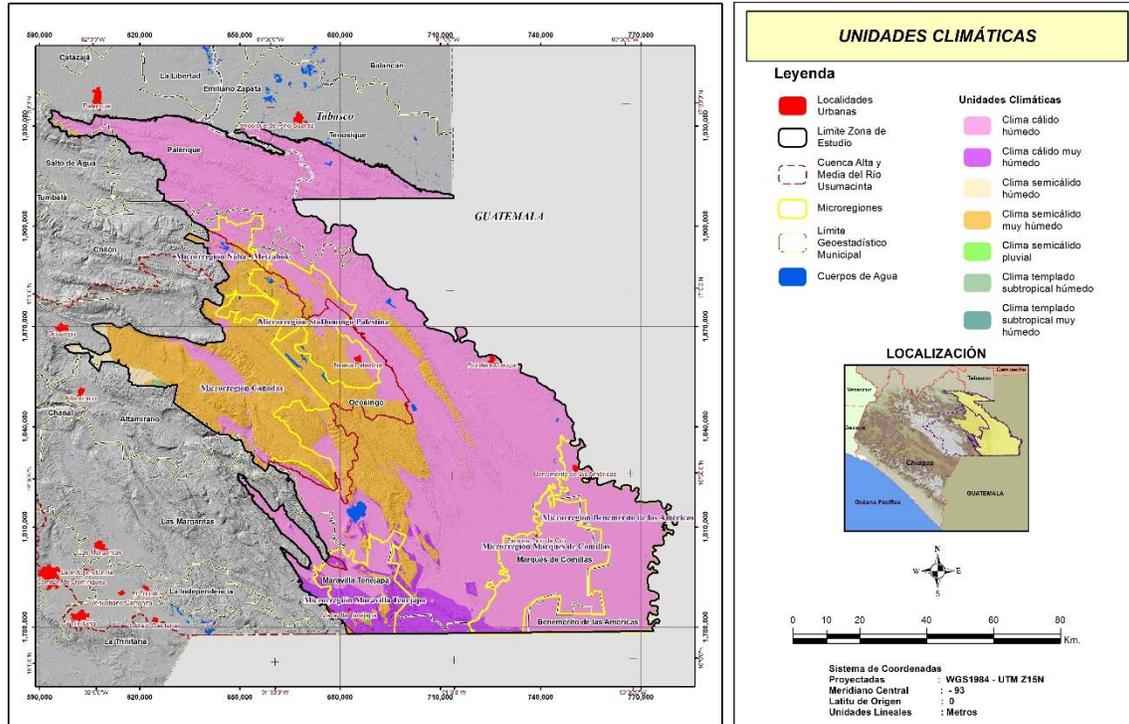


Figura 9. Unidades Climáticas, ZE.

Clima Cálido Húmedo

Se muestra la distribución geográfica en la **Figura 9** y en la **Figura 10** se presentan las precipitaciones pluviales dadas en esta unidad climática, la cual muestra oscilaciones que van entre los 1,586 y los 3,895mm promedios anuales, siendo el mes de Julio el más lluvioso presentándose una precipitación máxima media mensual de 645mm y el mes de Marzo con una precipitación mínima media mensual de 21mm.

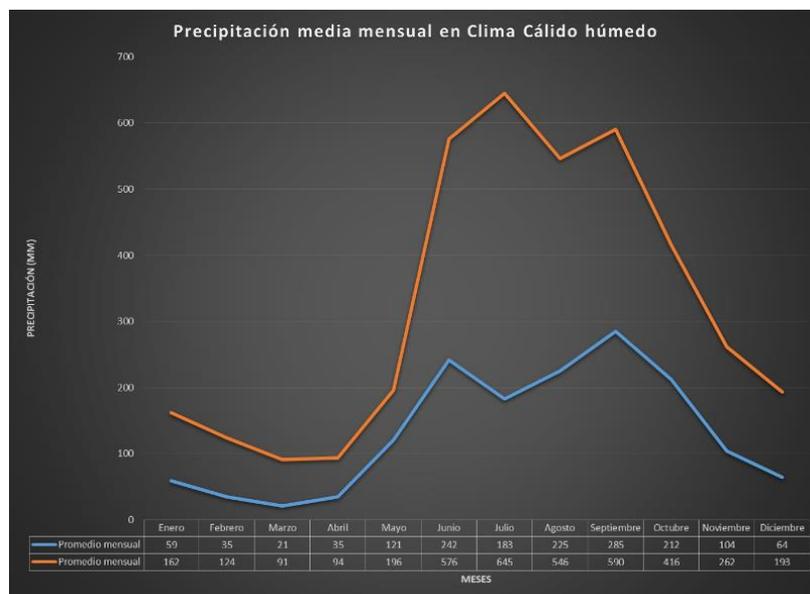


Figura 10. Precipitación media mensual (mm) Cálido Húmedo

La ZE con clima cálido húmedo presenta una temperatura media anual entre 18.9 y 29.5°C, presentándose dos periodos que corresponden a otoño-invierno y primavera verano, donde las temperaturas fluctúan en el primer caso entre los 18.9 y 27.9°C siendo el mes de enero el que presenta las más bajas temperaturas promedio; el segundo periodo es donde se presentan las mayores temperaturas las cuales van entre 21.3 y 29.5°C (**Figura 11**). Para los años considerados (1950-2000), la temperatura máxima registrada en el área se dio en el mes de Mayo (29.5°C y la temperatura mínima en el mes de Enero de 18.9°C).

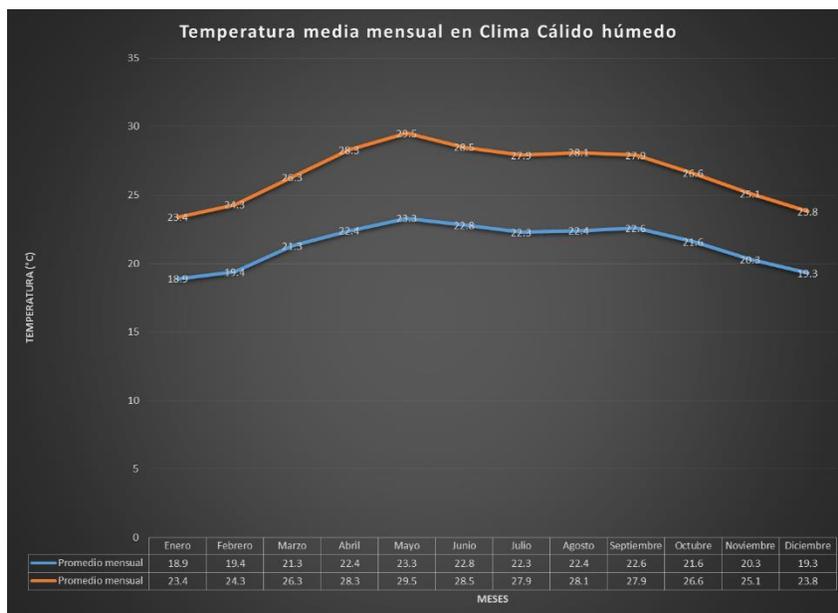


Figura 11. Temperatura promedio mensual (°C). Cálido húmedo -ZE-

Clima Cálido Muy Húmedo

En la **Figura 9** se muestra la distribución geográfica y en la **Figura 12** se presentan las precipitaciones pluviales dadas en el clima cálido muy húmedo, la cual muestra balances que van entre los 2,125 y los 3,935 mm promedios anuales, siendo igualmente el mes de Julio el más lluvioso, mostrando una precipitación máxima media mensual de 639mm y el mes de Marzo con una precipitación mínima media mensual de 33mm.

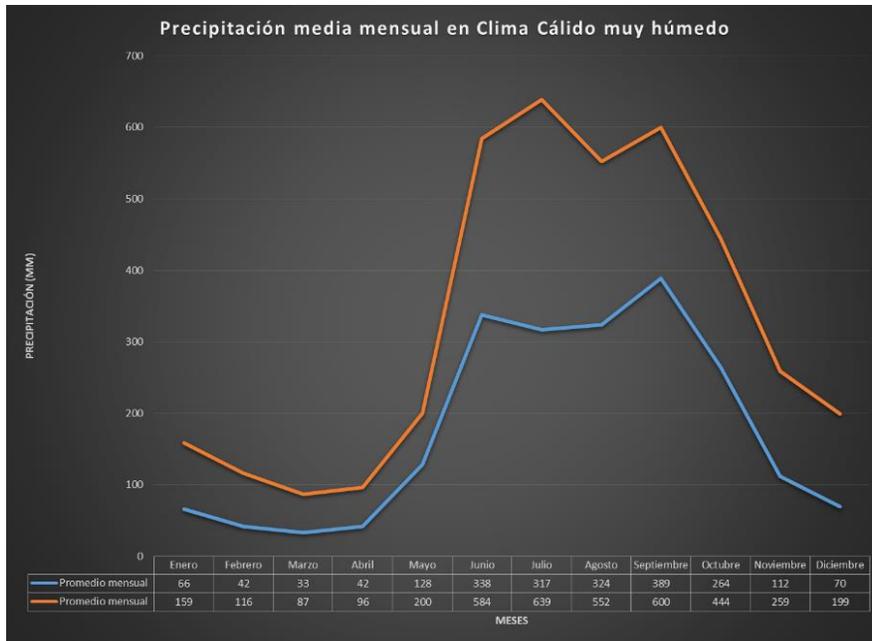


Figura 12. Precipitación media mensual (mm). Cálido muy húmedo ZE

La **Figura 13** muestra las temperaturas en el clima cálido muy húmedo, la cual indica valores que van entre los 20.5 y los 28.1°C promedios mensuales, siendo el mes de Mayo el más caluroso, mostrando una temperatura máxima media mensual de 28.1°C y el mes de Enero con una temperatura mínima media mensual de 20.5°C.

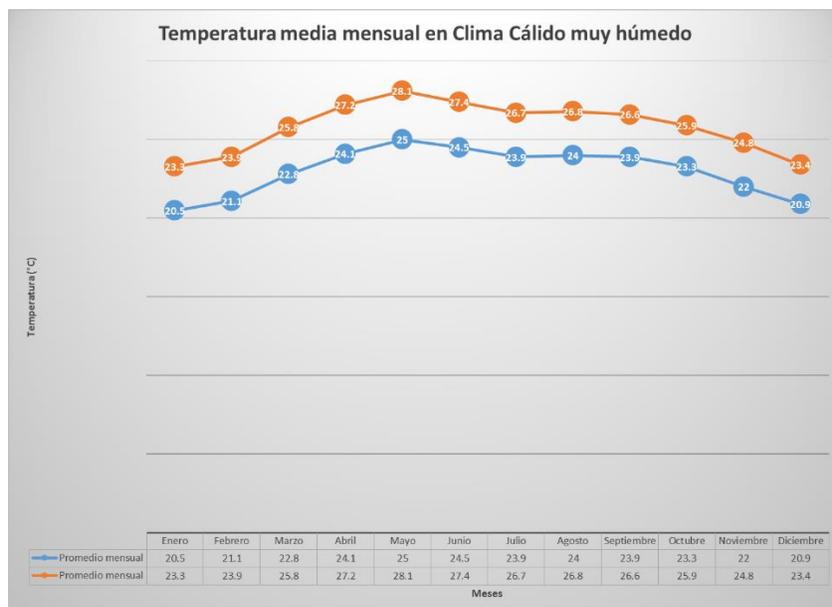


Figura 13. Temperatura promedio mensual (°C) Cálido muy húmedo ZE

Clima Semicálido Muy Húmedo

La distribución geográfica se presenta en la **Figura 9** y en la **Figura 14** se presentan las precipitaciones pluviales dadas en el clima semicálido muy húmedo, la cual muestra balances que andan entre los 1,761 y los 4,346 mm promedios anuales, siendo igualmente el mes de Julio el más lluvioso, mostrando una precipitación máxima media mensual de 762mm y el mes de Marzo con una precipitación mínima media mensual de 35mm.

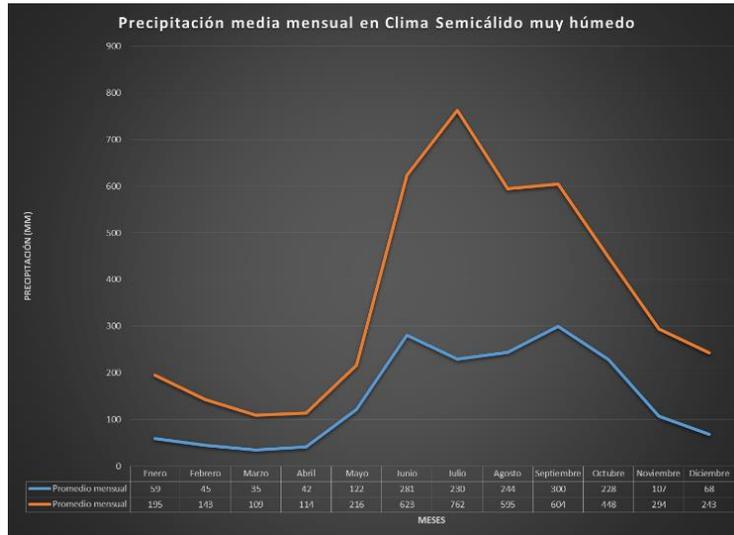


Figura 14. Precipitación media mensual (mm) Semicálido Muy Húmedo

La **Figura 15** muestra las temperaturas medias mensuales en el clima semicálido muy húmedo, donde el mes de Mayo corresponde al mes más caluroso, mostrando una temperatura máxima media mensual de 28.3°C y el mes de Enero con una temperatura mínima media mensual de 14.8°C.

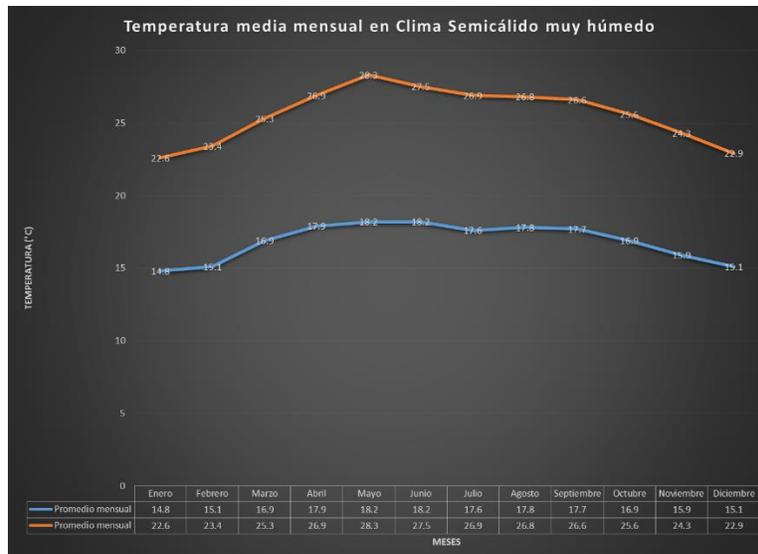


Figura 15. Temperatura media mensual (°C) Semicálido muy húmedo

2.2 GEOLOGÍA

La Geología es la ciencia de la tierra que estudia su origen, su conformación, los materiales que la integran tanto interna como exteriormente, así como los procesos que han incidido y determinado su evolución. Desde el punto de vista ecológico interesa sobre todo la información que pueden proporcionar dos ramas de esta ciencia: la geología histórica y la litología superficial; sobre esta naturaleza en seguida se presenta una breve descripción de los aspectos geológicos de la cuenca del río Usumacinta.

2.2.1 Breve Historia Geológica Regional

Desde el punto de vista geológico la ZE que se ubica en la cuenca del río Usumacinta que a continuación se describe, está circunscrito en lo que se denomina la “*Sierra de Chiapas o Sierra Madre de Chiapas*”, uno de los elementos regionales, que junto con La Plataforma de Yucatán y las Cuenclas Terciarias del Sureste constituyen el sureste mexicano y el Golfo de México (Padilla y Sánchez, 2007). De aquí que los aspectos geológicos de esta parte de la cuenca del río Usumacinta a continuación descritos, incluyendo su evolución, estarán referidos fundamentalmente a la “*Sierra de Chiapas*” (**Figuras 16 y 17**).



Figura 16. Elementos regionales que constituyen el Golfo de México y Sureste Mexicano: Plataforma de Yucatán, Sierra de Chiapas, Cuenclas terciarias del Sureste (CTSE). Fuente: Padilla y Sánchez (2007)

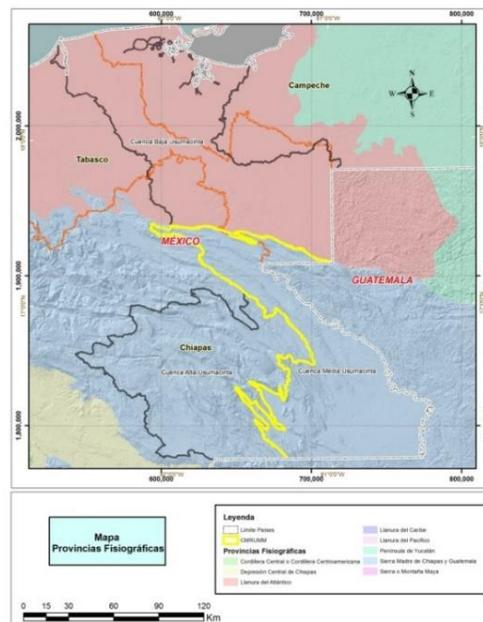


Figura 17. Provincias Fisiográficas. Sierra Madre de Chiapas y Guatemala y Cuencla Media del Usumacinta, CMU. Fuente: Saavedra A., 2013

El sureste mexicano, en el cual está inserta La Sierra de Chiapas, es una de las áreas más complejas de Norteamérica; complejidad que está asociada a los movimientos de las placas tectónicas Norteamericana, del Caribe y de Cocos, que convergen en esta región desde el Oligoceno Tardío (Morán-Zenteno et al., 2000, citados por Padilla y Sánchez, 2007). Las estructuras resultantes de esta actividad tectónica durante el Mesozoico y Cenozoico presentan tendencias estructurales

diversas, así como también edades de deformación diferentes. Por ejemplo, la Sierra de Chiapas está constituida por rocas carbonatadas que varían en edad desde el Jurásico tardío hasta el Paleógeno, mismas que fueron deformadas durante el Mioceno Tardío dando lugar a un conjunto de pliegues asimétricos orientados NW-SE y con una convergencia general al NE.

La evolución geológica de la Sierra de Chiapas está ligada a la evolución del golfo de México; de acuerdo con Padilla y Sánchez (2007) en su evolución se distinguen cuatro eventos tectónicos principales a saber:

Un proceso de “Rifting” durante el triásico Superior-Jurásico Medio, evento éste que dio paso a la apertura del golfo de México y al desplazamiento del Bloque de Yucatán, conformando así una gran cuenca de sedimentación que Viniestra, 1971 (citado por Saavedra 2013) la interpreta como una cuenca salina que ocupaba gran parte de la actual Sierra de Chiapas, la Llanura Costera del Golfo Sur y la Plataforma continental de Tabasco (**Figura 18**).

Un proceso de sedimentación que va desde el Jurásico Medio hasta el Terciario Paleógeno.

El proceso tectónico de “rifting” que dio paso a la apertura del Golfo de México terminó al fin del Calloviano (Jurásico Medio), después de lo cual, durante el Oxfordiano (Jurásico Tardío), se desarrollaron amplias plataformas de aguas someras en las que se depositaron grandes volúmenes de carbonatos. Durante el Cretácico la forma y el tamaño de la cuenca estuvieron determinados por las plataformas carbonatadas, a partir del Terciario en el Eoceno tardío la nueva forma de la cuenca dependió totalmente del gran flujo de la sedimentación clástica. Durante el Paleógeno en la Sierra de Chiapas se depositó una sucesión de unidades estratigráficas en las que predominan los terrígenos producidos en el transcurso de la deformación correlacionable con la Orogenia Laramide.

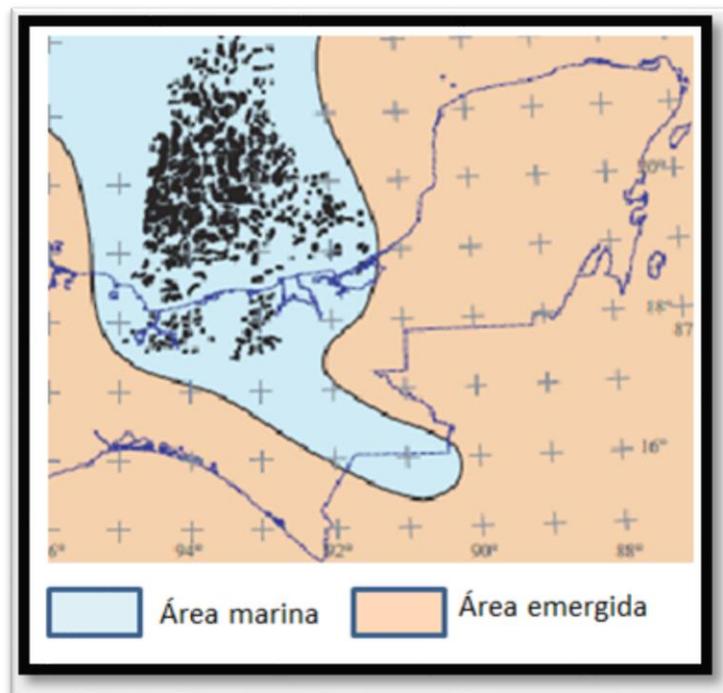


Figura 18. Paleografía del Jurásico Medio. Fuente Padilla y Sánchez (2007)

a) Periodo tectónico de compresión durante el Mioceno Medio.

La Orogenia Laramide afectó el sur de la provincia en un intervalo de finales del Cretácico al Paleógeno Oligoceno. El desplazamiento del bloque Chortis hacia el este-sureste a través del sistema de fallas Motagua-Polochic, ocasionó una deformación compresiva en la secuencia Mesozoica y Paleógena del Cinturón Plegado de Chiapas. Durante el *Mioceno Medio*, el bloque de Chortis empujó con mayor fuerza la Sierra de Chiapas causando su máxima etapa de deformación plegando y cabalgando las rocas de la cadena de Chiapas-Reforma-Akal, con un basculamiento hacia el Norte, como consecuencia del movimiento sobre la superficie de despegue sobre evaporitas del Jurásico Medio (Calloviano). Sánchez-Montes de Oca, 1980 (citado por Padilla y Sánchez, 2007) denominó a esta orogenia como “Evento Chiapaneco”, la cual produjo mayor deformación del Cinturón Plegado de Chiapas.

b) Levantamiento Isostático finales del Mioceno e inicios de Plioceno.

Después del Evento Chiapaneco a finales del *Mioceno* e inicio del Plioceno se inició el desplazamiento de la cadena de Chiapas-Reforma-Akal con un basculamiento hacia el Norte debido al desalojo de la sal calloviana.

c) Tipos de Rocas / Formaciones Superficiales

Como resultado de su evolución geológica, en la ZE aflora un conjunto de rocas con edades que van desde del Mesozoico (Cretácico Superior) hasta el Cuaternario (**Figura 19**). Está constituida fundamentalmente por rocas sedimentarias marinas que conforman estructuras y formaciones con condiciones particulares, donde las rocas más representativas por su extensión en la zona incluyen 5 tipos (**Figura 20**): a) Calizas del Cretáceo Superior, b) Lutitas y areniscas del Terciario (Paleógeno Eoceno), c) Calizas del Terciario (Paleógeno Paleoceno), d) Limolitas y areniscas del Terciario (Paleógeno Eoceno) y e) conglomerados del “Plioceno-Pleistoceno”; completan el mosaico pequeños sectores en la parte norte de la cuenca donde afloran secuencias o intercalaciones de calizas-lutitas y lutitas-areniscas del Paleoceno, y areniscas del Mioceno. En la parte sur de la cuenca a lo largo de los lechos de los ríos Lacantún y Usumacinta se presentan importantes depósitos aluviales del cuaternario. En otros sectores también se presentan algunos depósitos aluviales y/o lacustres, probablemente desarrollados sobre valles cerrados originados mediante el proceso de disolución de las calizas (Saavedra A., López D., 2015).

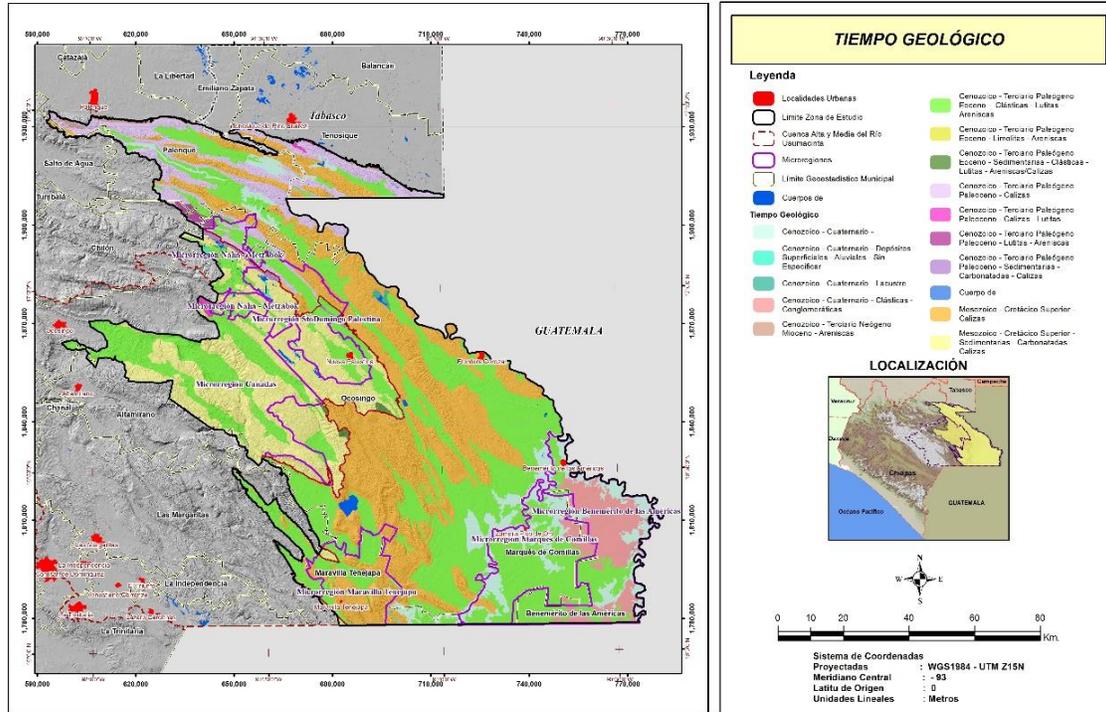


Figura 19 Geología: Edad - Unidades Geológicas, ZE

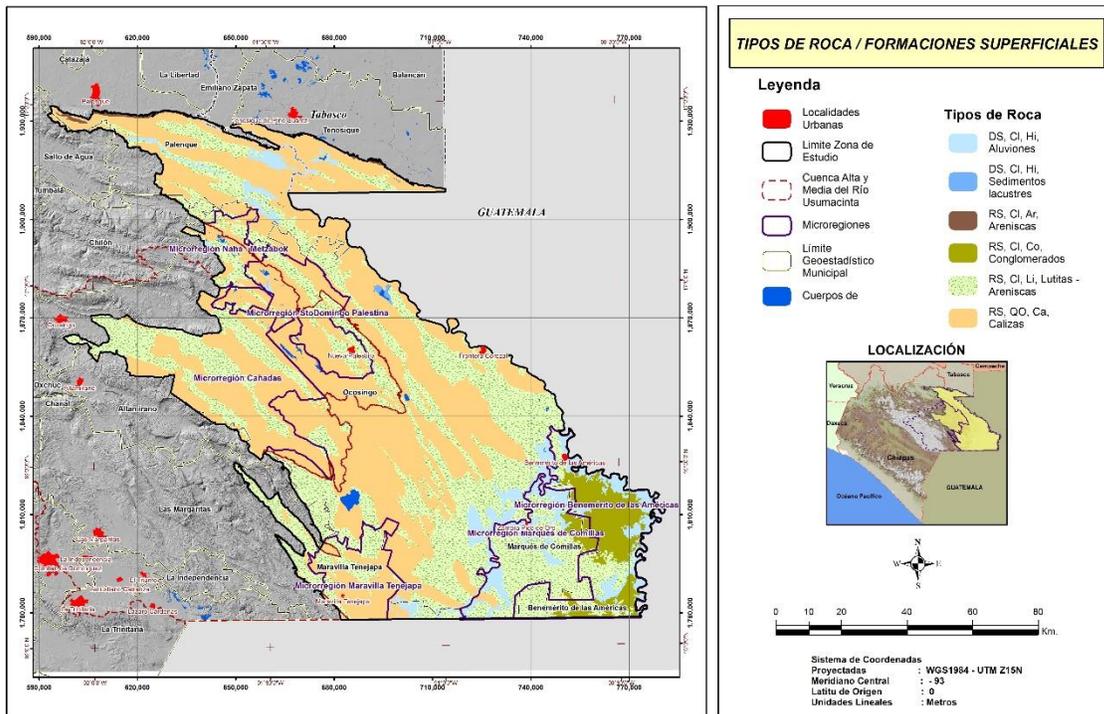


Figura 20. Geología: Tipos de Roca / Formaciones superficiales, ZE

2.3 HIDROGRAFÍA

2.3.1 Aspectos Generales

La ZE que se ubica en la región hidrológica conocida como Grijalva-Usumacinta la cual está localizada al sureste de la República Mexicana, comprende la mayor parte de los estados de Chiapas y Tabasco, y en menor proporción Campeche, Oaxaca y Veracruz. Esta región es considerada la más húmeda del país y en la que se encuentran los dos ríos mencionados, cuyas corrientes desembocan en el Golfo de México. Representa una de las más amplias plataformas continentales carbonatadas de los mares mexicanos, así como extensos sistemas lagunares y de planicies costeras de México con áreas de mangle y una de las mayores reservas de aguas dulces del país; incluye importantes reservas forestales que albergan una alta diversidad biológica (Saavedra A., López D., 2015). Así, el río Usumacinta junto con el río Grijalva, forman una de las regiones hidrológicas de mayor extensión en México (133,847.4 Km²) **Figura 21.**

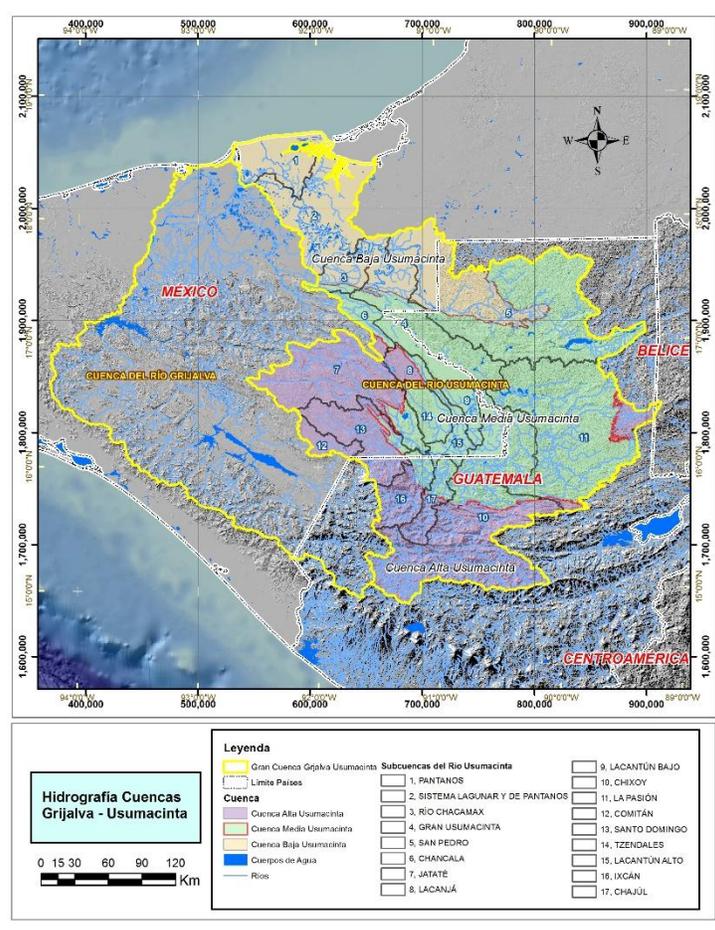
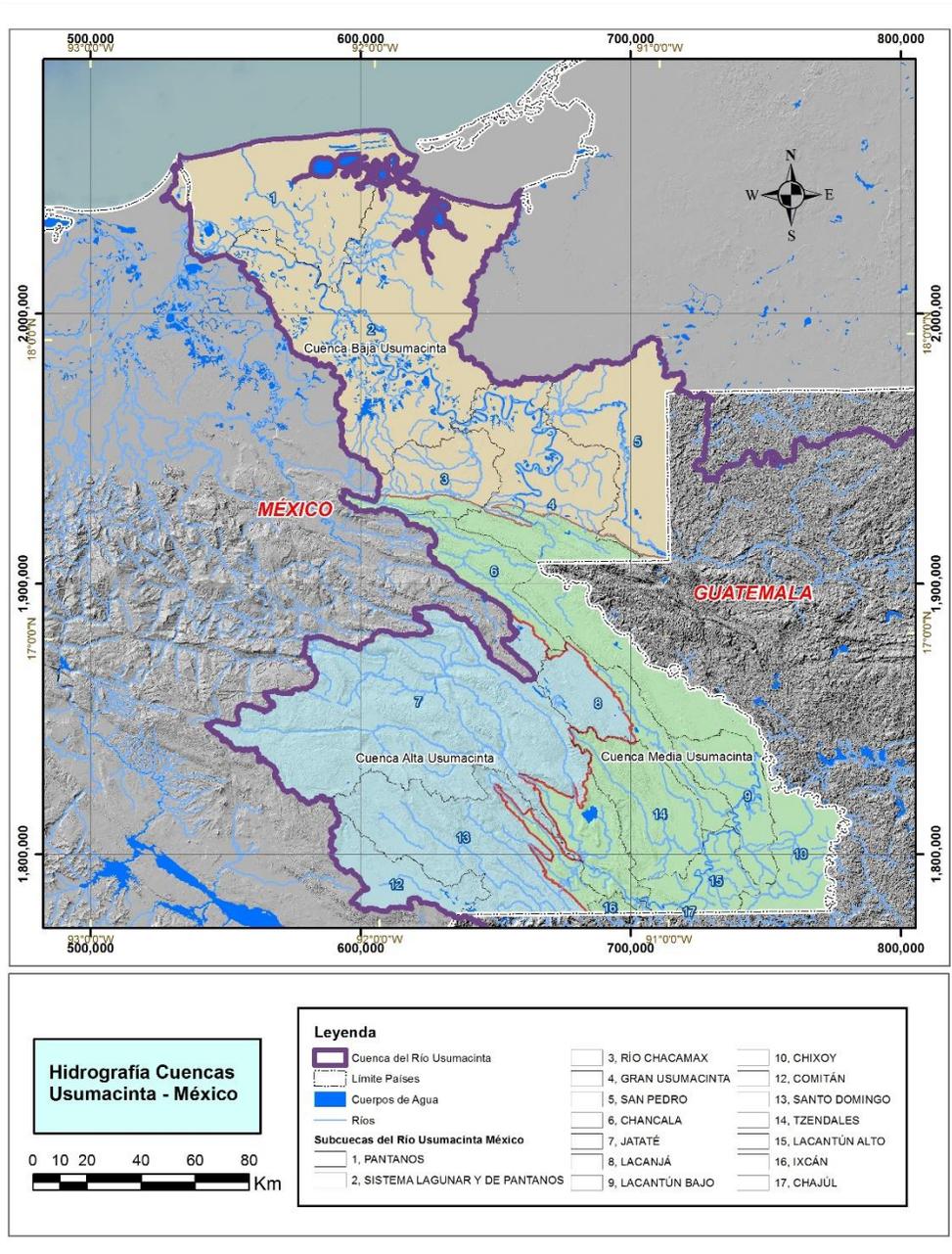


Figura 21. Región de la Cuenca del Río Usumacinta en el Contexto de la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta.

La Región del Usumacinta en México (RUM) cuenta con una superficie total de 33,689.11 Km², de los cuales 9,856.36 Km², corresponden al 29.26% de la (CMU); otro 40.1% correspondiente a

13,508.69 Km², pertenece a la Cuenca Baja del Usumacinta (CBU), y el 30.65% restante a la (CAU) con 10,324.05 Km², **Figura 22**⁴. La CMU se ubica principalmente en el Estado de Chiapas con una extensión de 936,903.73 hectáreas que equivalen al 95.06%, comprenden los municipios de Ocosingo, Palenque, Salto de Agua, Benemérito de las Américas, Marqués de Comillas, Maravilla Tenejapa, Las Margaritas y Chilón; la otra parte corresponde al Estado de Tabasco con un 4.94% de participación, que representan 48,732.65 hectáreas distribuidos en los municipios de Tenosique y Emiliano Zapata. (Saavedra A., López D., 2015).



Figuras 22. Sector Alto – Medio y Bajo del Río Usumacinta en México RUM.

⁴ RUM subdividida y delimitada para propósito de otros estudios por el CENTROGEO.

El Estado de Chiapas hace parte de los tres (3) sectores, donde el mayor porcentaje correspondiente al 48.07%, es decir a 1, 032,405.5 (Ha) se sitúan en la (CAU), otro 43.63% (936,903.73 Ha) están en la (CMU) y el restante 8.3% (178,285.72 Ha) se encuentran en la (CBU). En el sector medio de la CMU, se encuentran las subcuencas de los ríos Chacamax (3), Gran Usumacinta (4), San Pedro (5), Chancala (6), Jataté (7), Lacanjá (8), Lacantún Bajo (9), Chixoy (10), Santo Domingo (13), Tzendales (14), Lacantún Alto (15), Ixcán (16) y Chajúl (17) y en el sector alto de la CAU están las subcuencas de Chancala (6), Lacanjá (8), Jataté (7), Santo Domingo (13) y Tulijá (río Jataté, Río Perlas, Río Colorado río Santo Domingo, río Naha, Río Euseba, río Azul), así como el sector correspondiente a la región del Grijalva (río Tulijá, río Jataté, río Tumbo y río Diamante...) (Figura 23).

La red hidrográfica principal que recorre y baña la ZE está representada por los ríos Usumacinta, Chixoy, Negro, Lacantún, Lacanjá, Chancalá, Jataté, Tulijá, Azul, San Pedro, Ixcán, Chajúl, Salinas, Perlas, Ztendales, Santo Domingo, Colorado, Naha, Aguilar, Euseba y las Delicias entre otros. Igualmente como cuerpos de agua se encuentra las lagunas de Miramar, Metzabok, Naha, Yanke, Lacanjá Chans, Ocotal, Suspiro y Guineo entre otros.

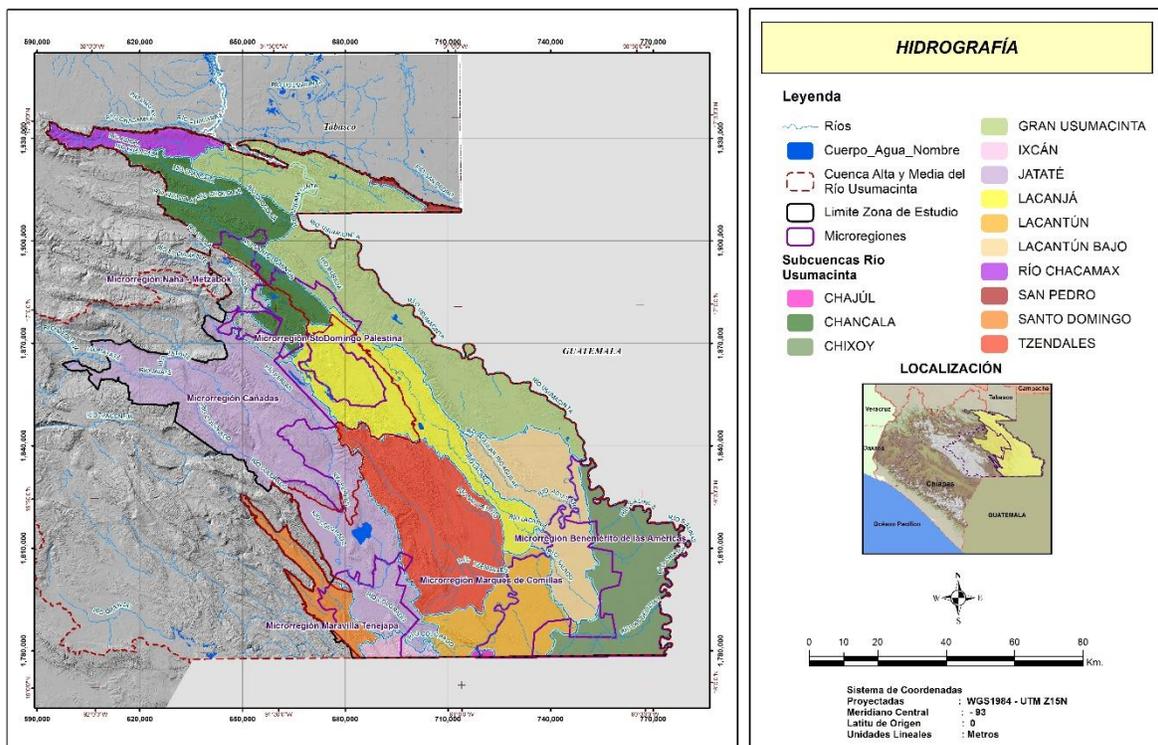


Figura 23. Subcuencas - Red Hidrográfica, ZE

2.4 ASPECTOS DEL RELIEVE

En este apartado se describen los aspectos del relieve, en particular la pendiente y la altitud. Los mapas que se presentan a continuación se refieren a clases de pendientes en porcentaje (%) y la altitud en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) presentes en la ZE; aspectos esenciales en el proceso metodológico llevado a cabo en el *Análisis Fisiográfico* para el establecimiento de las unidades de paisaje a nivel regional del sur del país (*Región de la Cuenca del Río Usumacinta RCRUM*⁵), e indispensables para la interpretación de imágenes y la delimitación y clasificación de las unidades fisiográficas que se describen más adelante. La altitud también es un aspecto importante para la conformación de los sectores Alto, Medio y Bajo (*CAU, CMU, CBU*) de la región de la cuenca del río Usumacinta y significativamente en la altura relativa (altura con respecto a su nivel de base) que presentan los distintos paisajes.

La definición de la pendiente y su distribución se hizo con base en el Modelo de Elevación Digital – DEM, resolución de 30m (ASTER GDEM)⁶. A partir del DEM se elaboró el mapa de pendientes (**Figura 24**), el cual se reclasificó en siete rangos de pendientes. A continuación se muestran las categorías de pendientes en porcentajes (%) expresados en rangos según los tipos de pendiente y las clases presentes en la ZE (**Tabla 2**).

Pendiente (%)	Relieve
0-3	Plano - Ligeramente plano
3-7	Ligeramente inclinado
7-12	Moderadamente inclinado
12-25	Fuertemente inclinado
25-50	Ligeramente escarpado
50-75	Moderadamente escarpado
>75	Fuertemente escarpado

Tabla 2. Rangos de pendiente y relieves⁷.

Las formas del relieve existentes en la región de la ZE en México ostentan pendientes que van desde planas y ligeramente planas (0-3%) hasta fuertemente escarpadas mayores del 75% (Figura 24), donde dominan particularmente aquellas que se encuentran entre 25 y 50%, correspondientes a la clase de pendiente ligeramente escarpadas, predominan en gran parte de las subcuencas como Gran Usumacinta, Chacamax, Chancalá, Tzendales, Lacanjá, Jataté, Santo Domingo y el sector concerniente al Grijalva, pertenecientes a los relieves montañosos y colinados que conforman esta parte de la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala en este sector. En el área Sur-sureste

⁵ Véase Marco conceptual y metodológico. "La Clasificación Fisiográfica de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta". Saavedra A. (2013). CENTROGEO – FORDECYT.

⁶ ASTER (The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)

⁷ "Manual de atributos levantamientos de recursos de las tierras". Subdirección de Agrología. IGAC, Colombia 2002.

particularmente de la CMU constituida principalmente por las subcuencas de Lacantún (sur de Lacantún) y Chixoy (en su parte norte y más baja) dominan los relieves bajos con pendientes que van desde 0-3% a 7-12%, corresponden a Relieves colinados bajos y medios (lomeríos-lomas) con pendientes entre el 3 y12% y al Valle Aluvial de Río Meándrico con pendientes inferiores al 3%, en las partes más llanas.

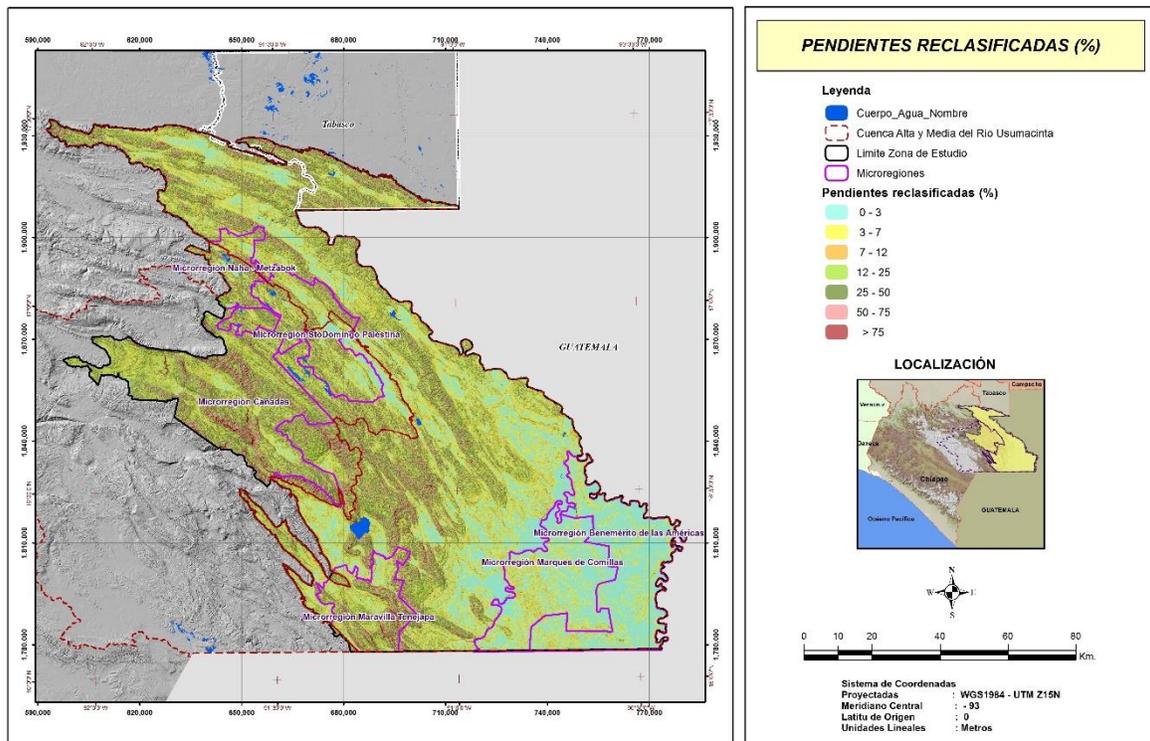


Figura 24. Mapa de Pendientes (Rango en %).

Las otras partes de la ZE, también se caracterizan por presentar pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y moderada y fuertemente escarpadas con pendientes mayores del 50%, propio de éstos relieves montañosos y colinados (Saavedra A., López D., 2015).

La altura relativa en metros (m) y la altitud (m.s.n.m.) **figura 25**, permiten en los Grandes Paisajes separar el relieve montañoso del colinado y este de los valles aluviales; en las colinas estructurales (cuestas y crestones) y lomeríos erosionales (superficies alomadas – lomas) diferenciarlos, de acuerdo a la altura relativa en altas, medias y bajas (**Tabla 3**).

Grandes Paisajes Fisiográfico	Elevación en metros (m)	Paisajes - Tipos de paisaje Clases por altura relativa (m)
Relieve Montañoso	Mayor de 300	Montañas
Relieve Colinado Estructural / Erosional (Colinas) / superficies colinadas	< 300 y > 200	Colinas o cuestras altas
	< 200 y > 100	Colinas o cuestras medias
	< 100	Colinas o cuestras bajas

Tabla 3. Rangos de elevación del terreno / clases por altura (alturas relativas en metros)

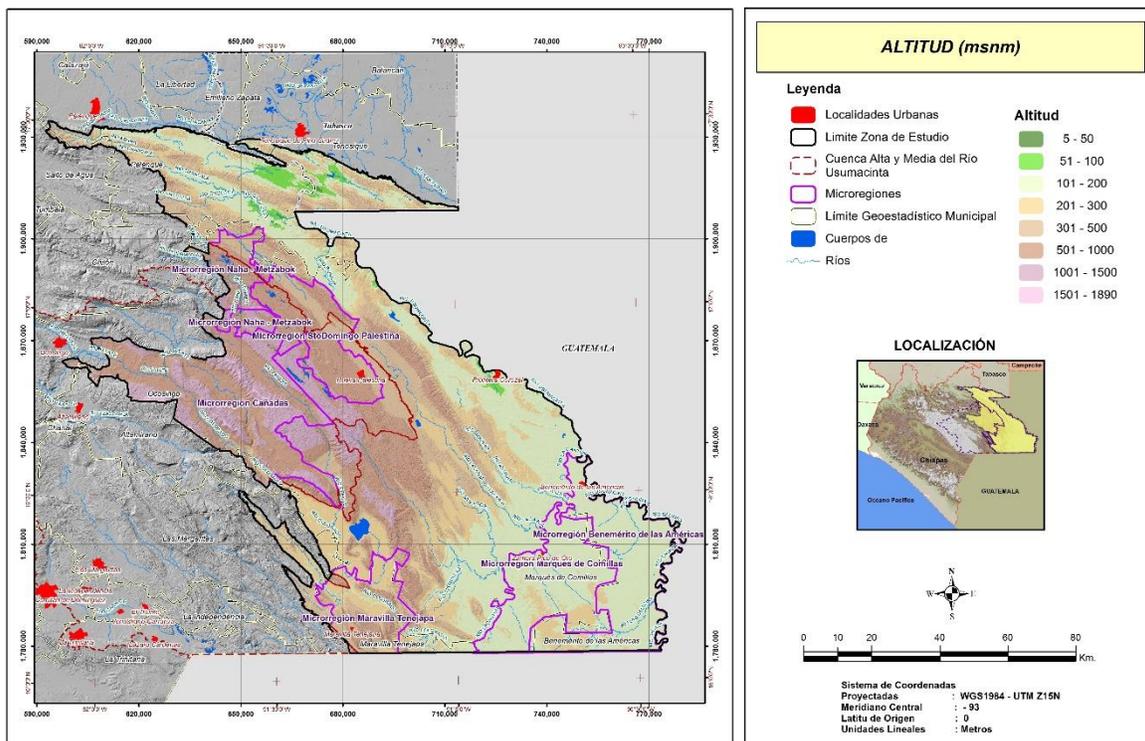


Figura 25. Mapa de Altitud en m.s.n.m. ZE

En el caso de la altura relativa se establece como nivel de referencia un desnivel de 300 metros, se definieron en primer lugar los sistemas montañosos⁸, que corresponde a aquellas elevaciones naturales del terreno de diferente origen y composición con más de 300 metros de altura (respecto a su nivel base de referencia). En segundo lugar, se definió como relieve colinado (colinas/cuestras – Lomerios/lomas) toda elevación natural del terreno con menos 300 m; es decir, aquellas elevaciones naturales del terreno menores a una montaña (< de 300 metros de altura). Con base en los rangos de altura relativa (**Tabla 3**) el relieve colinado estructural (cuestras – crestas) y erosional (colinas/lomerios – lomas) se separó en colinas altas, medias y bajas.

⁸ Villota H., 1991. Montaña es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa que se define como: una gran elevación natural del terreno de diverso origen con más de 300 metros de desnivel. Y la Colina es igualmente una elevación natural del terreno de menor altura que una montaña.

2.5 FISIOGRAFÍA

La Fisiografía es la descripción de las formas del relieve de la naturaleza, las clasifica y relaciona con aspectos geológicos, climáticos e hidrográficos. Según Villota, H. (1997), el análisis fisiográfico consiste en un método moderno para interpretar imágenes de la superficie terrestre, que se basa en la relación paisaje-suelo; se asume aquí que "los suelos son perfiles tanto como paisajes", tal como afirma el Manual de Levantamientos de Suelos (USDA, 1951).

De acuerdo con el mismo autor, desde un enfoque aplicado, la fisiografía incluye el estudio, la clasificación y la descripción de las geoformas del terreno, por lo tanto hace referencia a la interacción de aspectos como el clima, geología, origen y edad de los materiales rocosos, geomorfología, la hidrografía e indirectamente aspectos bióticos (incluye la actividad antrópica), en la medida que estos inciden en el origen, la conservación de los suelos, y en la aptitud y el uso y manejo de los mismos. De esta manera, a partir del análisis y la clasificación fisiográfica, se integran y relacionan los elementos que constituyen el sistema natural, para posteriormente analizar los demás procesos en los que interviene e interactúa el hombre sobre el medio natural en el cual se desarrolla. Citado por Saavedra A. 2013.

La importancia de la fisiografía, radica en integrar la relación existente entre las geoformas, la geología/litología/formaciones superficiales (que constituyen el material parental de los suelos), el clima y el relieve, los cuales hacen parte e inciden no solo en los procesos y factores de formación y evolución de los suelos, sino también, en el grado y tipo de riesgo natural a que puede estar sujeto un paisaje, determinando la clase de cobertura vegetal, condicionando el uso de las tierras, su conservación, aprovechamiento agropecuario, forestal y ubicación de asentamientos humanos e infraestructura entre otros.

Justamente, la fisiografía se debe ver y entender como un bloque básico y estratégico de diagnóstico y conocimiento del medio físico biótico para el manejo y la conservación de los recursos naturales, la planeación y el ordenamiento del territorio. En este sentido, se precisó el realizar el análisis fisiográfico (a nivel de gran paisaje) que permite conformar, explicar y espacializar las distintas formas del relieve; teniendo en cuenta su origen, forma (apariencia exterior), su edad relativa, y en general conocer algunos de los procesos y fuerzas endógenas y exógenas que actual o potencialmente intervienen en ellos.

Para el análisis y la Clasificación Fisiográfica⁹ del terreno se utilizó el método desarrollado por el Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica (CIAF), el cual tuvo como base los criterios y conceptos de fisiografía esbozados inicialmente por D. Goosen, E. Elbersen y E. Nieuwenhuis, y complementados posteriormente por Botero, P. y Villota, H. de la Unidad de Suelos del CIAF (Serrato, P. 2009). Esta metodología se usó en combinación con el sistema de clasificación Geomorfológica de A. Zinck (1989).

⁹ Véase Marco conceptual y metodológico del Estudio "La Clasificación Fisiográfica de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta". Saavedra A. (2013). CENTROGEO - FORDECYT

Esta sección va orientada principalmente a describir las diversas formas de la superficie del terreno (a nivel de Gran Paisaje) de la CMU delimitadas aplicando la metodología ya mencionada¹⁰,

2.5.1 Clasificación Fisiográfica en la ZE de las “Microrregiones de Chiapas Norte”

La descripción del relieve en la ZE incluye las distintas categorías (Geoestructura, Provincia Fisiográfica y Gran paisaje) que comprenden las unidades fisiográficas, siguiendo el orden jerárquico establecido en la metodología utilizada. Dichas Unidades son representadas en mapas individuales con su correspondiente “leyenda”. Al final se muestra el mapa de Grandes Paisajes (**figura 30**) que conforman el territorio. De acuerdo con este esquema metodológico, a continuación se describen las Unidades (a Nivel de Grandes Paisajes) en orden descendente.

Estructuras Geológicas / Geoestructuras

La ZE que contempla las microrregiones se encuentra contenida en una de las Geoestructuras o estructuras geológicas regionales definidas para el área de la RCRUM, es decir pertenece en su totalidad a la Cordillera de Plegamiento (**figura 26**), y representa parte de la provincia fisiográfica denominada como Sierra Madre de Chiapas y Guatemala (**figura 27**), la cual está integrada por varios *grandes paisajes, paisaje y subpaisajes*.



Figura. 26. Mapa Geoestructuras RCRUM.



Figuras 27. Mapa Provincias Fisiográficas RCRUM

¹⁰ La Clasificación fisiográfica del terreno según la metodología propuesta (Villota, H, IGAC- CIAF. 1997, p.p. 83-115, Op. Cit.).

Los ambientes morfogenéticos (**figura 28**) presentes en la ZE y en las microrregiones de “Chiapas Norte” las cuales están presentes en las *CMU* y *CAU*, son producto de fuerzas endógenas (orogenia, plegamiento – fallamiento – fracturamiento) en la construcción de los relieves montañosos y colinados estructurales, relieves montañosos y colinados disolucionales, los relieves estructurales/disolucionales de la Sierra Madre de Chiapas y los relieves colinados erosionales. También intervienen en el ambiente morfogenético procesos exógenos de degradación, disolución y depositación.

2.5.2 Provincias Fisiográficas

De las provincias fisiográficas que se distinguen regionalmente en la *RCRUM* que incluyen entre otras la Llanura del Golfo de México (o Llanura del Atlántico), la Península de Yucatán y Sierra Madre de Chiapas y Guatemala (**figura 27**), la ZE y las microrregiones contempladas y delimitadas para este estudio se hallan dentro de una sola de las provincias mencionadas, Sierra Madre de Chiapas y Guatemala (**figura 29**), que presenta un sistema de montañas de formas abruptas, originadas por el plegamiento, fracturamiento y fallamiento de la corteza terrestre producto del choque de placas tectónicas; al igual que varios sistemas de colinas escarpadas y valles aluviales.

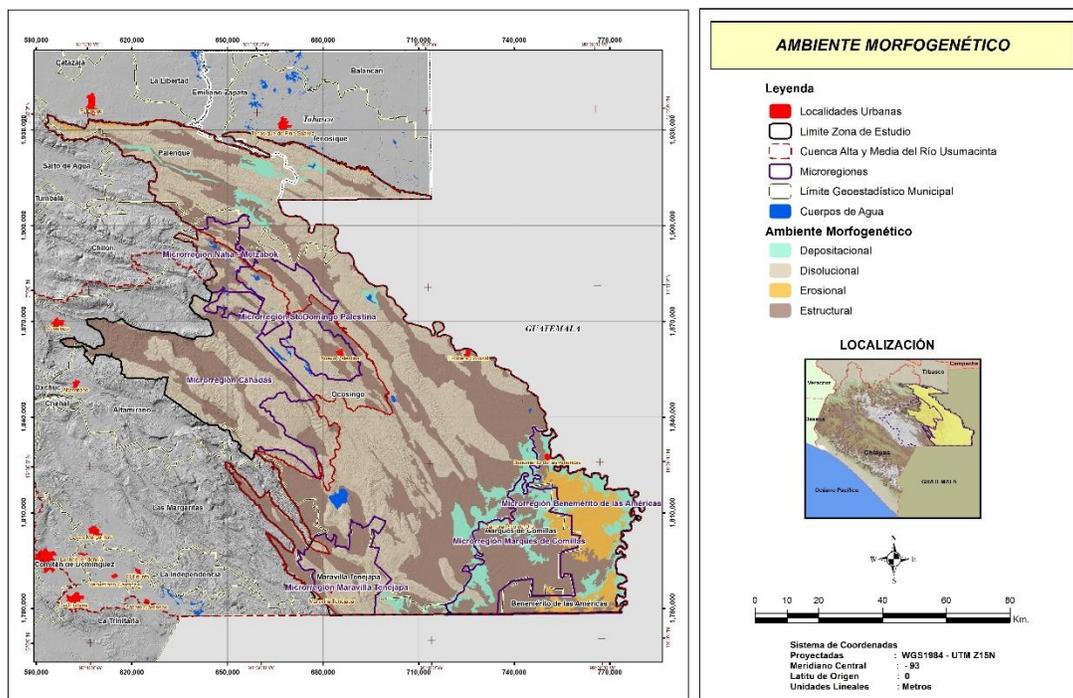
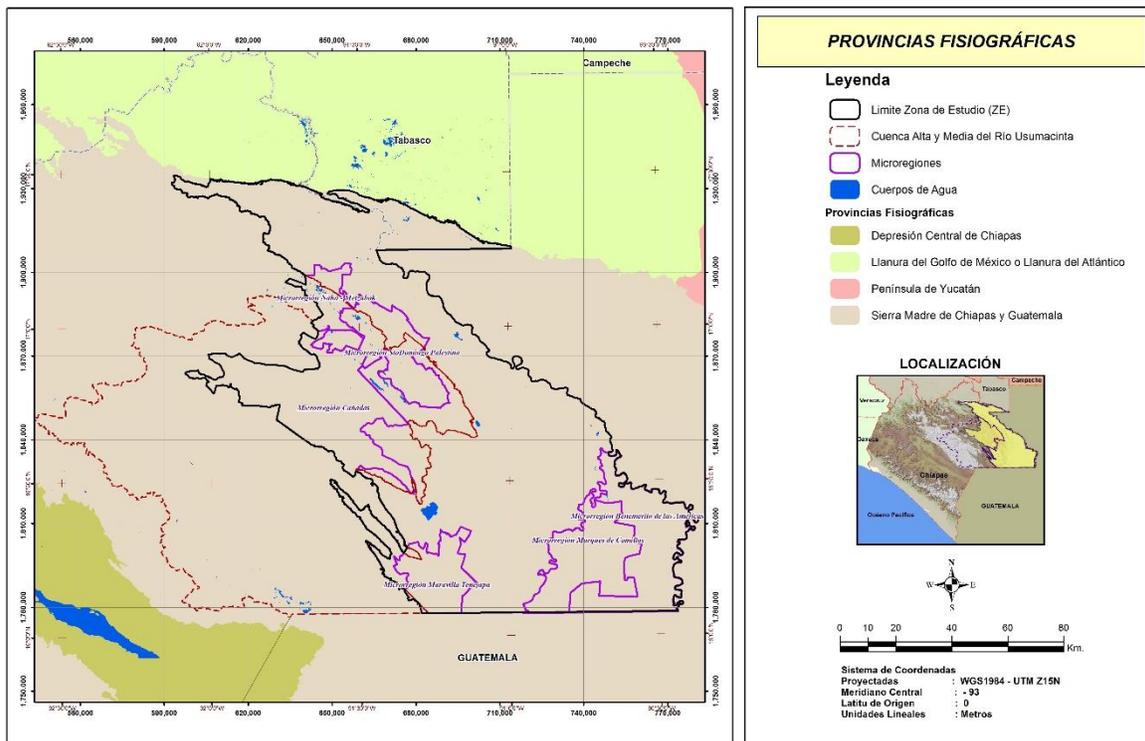


Figura 28. Ambiente Morfogenético ZE

Sierra Madre de Chiapas y Guatemala

Esta única provincia fisiográfica a la cual pertenece la ZE presenta relieves que corresponden a un conjunto de montañas, colinas/lomerios, valles aluviales y valles aluviales de río meándrico, los cuales corresponden a las estribaciones de la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala (**figura 29**).



Figuras 29. Mapa Provincias Fisiográficas ZE

Unidad Climática

Cada gran paisaje puede pertenecer a una o varias Unidades Climáticas, en el área de la cuenca se presentan principalmente por su extensión en la ZE¹¹ las siguientes tres regiones climáticas: **(i)** “la región climática de las tierras bajas cálidas, en clima cálido húmedo, provincia de humedad, húmeda”; con temperaturas promedio anual mayor a 24 °C (**ver figura 4**) y precipitaciones entre los 1,500 y 3,000 mm/anales (**ver figura 6**). Otra parte del sistema montañoso y colinado disolucional y estructural se localiza en **(ii)** “las tierras bajas cálidas, en clima cálido muy húmedo, provincia de humedad, muy húmeda”, con temperaturas promedio anual mayores a los 24 °C y precipitaciones entre los 2,125 y los 3,935 mm/anales. También encontramos el caso del relieve montañoso disolucional y montañoso estructural que pertenece a **(iii)** “la región climática de las tierras medias templadas, en clima semicálido muy húmedo, provincia de humedad, muy húmeda”; con temperaturas promedio anual que van desde los 18 hasta los 24°C y precipitaciones entre los 1,761 y los 4,346mm/anales.

¹¹ Descritas en el apartado de Clima

Gran Paisaje

Los Grandes Paisajes que a continuación se describen se distribuyen aproximadamente desde los (cinco) 5 metros hasta los 1,887 m.s.n.m. Se identificaron ocho (8) Grandes Paisajes o unidades genéticas del relieve tal como se muestran en el **Tabla 4 y Figura 30** las cuales presentan cierta afinidad de tipo climático, geogenético, litológico y topográfico, y están constituidas a su vez, por paisajes.

Gran Paisaje	Ambiente Morfogenético/ Origen del Relieve	Símbolo
Valle Aluvial	Agradacional (A)	V-A
Valle Aluvial de Río Meándrico	Agradacional (A)	F-A
Relieve Colinado Erosional	Denudacional (D)	C-D
Relieve Colinado Disolucional	Disolucional (S)	C -S/E
Relieve Colinado Estructural	Estructural / Denudacional (E/D)	C-E/D
Relieve Montañoso Disolucional	Disolucional / Estructural (S/E)	M-S/E
Relieve Montañoso Estructural	Estructural / Denudacional (E/D)	M-E/D
Relieve Montañoso Colinado Estructural	Estructural / Denudacional (E/D)	MC-E/D

Tabla 4. Grandes Paisajes / Ambiente Morfogenético de la ZE.

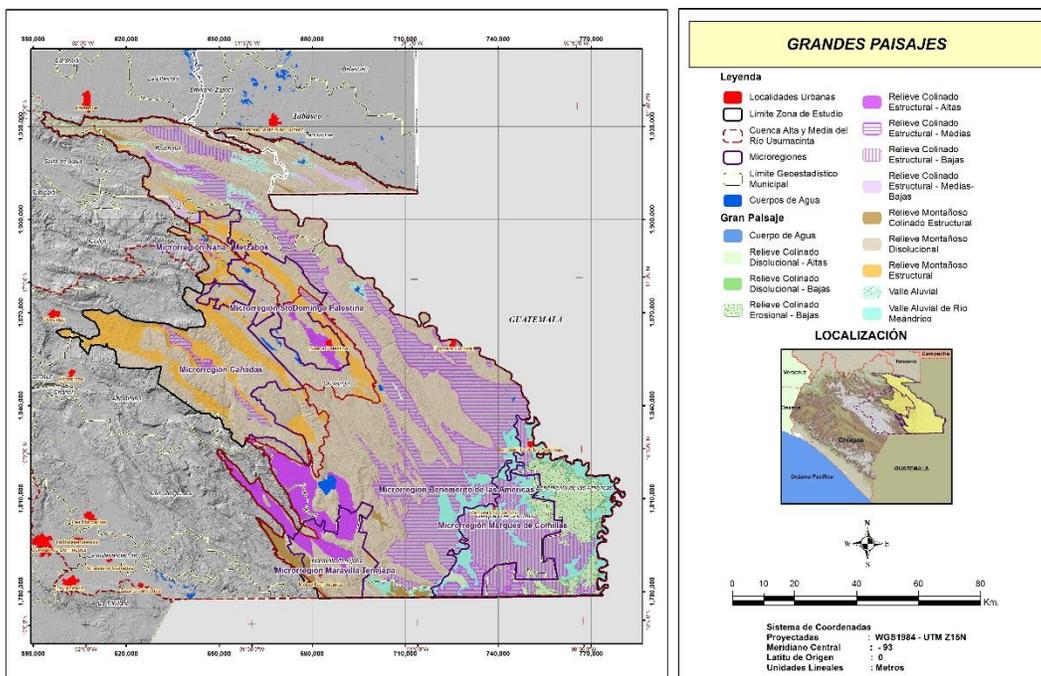


Figura 30. Mapa Grandes Paisajes.

A continuación, se presenta la descripción de los ocho Grandes Paisajes identificados en la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala de la ZE. Con respecto a la categoría de los Paisajes

(subdivisiones de los grandes paisajes), estos se mencionan como componentes de los Grandes Paisajes, más no se hará en éste apartado la descripción de ellos.

- **Gran Paisaje: Valle Aluvial – Agradacional (V-A).**

La mayor parte de la unidad la conforman los valles aluviales asociados a los ríos principales que surcan el sistemas montañoso y colinado de la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala en dirección Sureste-Noroeste (SE-NW); están constituidos por depósitos aluviales que provienen de las zonas montañosas y colinadas adyacentes, trasportados por los ríos como el Butziljá, Chancalá, Chocolláh. Esta localizado principalmente en la parte norte de la CMU. Se encuentran esta unidad entre los cinco 5 y 100 *m.s.n.m.*, en la “región climática denominada tierras bajas cálidas, de clima cálido húmedo, provincia de humedad, húmeda” (Saavedra A., 2013)¹²; con temperaturas medias anuales de 24°C y precipitaciones promedio anuales de 2,740mm.

- **Gran Paisaje: Valle Aluvial de Río Meándrico – Agradacional (F-A).**

El Valle Aluvial Meándrico se despliega al Sur de la Cuenca y lo conforman los ríos La Pasión, Chixoy o Salinas y Lacantún, los cuales forman en su confluencia, el denominado como río Usumacinta en el territorio mexicano. Además de los anteriores ríos, también forman valles aluviales de río meándrico que se conectan entre sí, en esta parte del territorio donde los ríos Ixcán, Chajúl y Tzendales salen del sistema montañosos y entran surcando y atravesando las áreas de los relieves colinados estructurales (cuestas medias y bajas) y el relieve colinado o lomerío erosional (lomas bajas y medias) en sectores de las microrregiones de Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas. Se localizan principalmente entre los cien metros (100) de altura y los 200 *m.s.n.m.*, en la “región climática de las tierras bajas cálidas, en clima cálido húmedo, provincia de humedad, húmeda”; con temperaturas medias anuales de 24°C y precipitaciones promedio anuales de 2,740mm.

Este Gran Paisaje está constituido por sedimentos transportados por los ríos mencionados; ríos que atraviesan los relieves colinados, los cuales por su topografía y poco desnivel (altura relativa) en varios sectores permiten durante su recorrido desarrollar como paisajes de orillares y plano de inundación propias de un río meándrico, conformando curvaturas y sinuosidades, conocidos y denominados como meandros (activos y abandonados). Litológicamente está constituido por depósitos aluviales recientes del cuaternario. Este gran paisaje está sujeto a inundaciones frecuentes y periódicas desarrollando los paisajes ya mencionados. (Saavedra A., López D., 2015).

- **Gran Paisaje: Relieve colinado erosional / denudacional (C-D)**

El gran paisaje de relieve colinado erosional presente en la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala se localiza en sectores aledaños a los ríos Lacantún, Las Delicias y Chixoy sobre la margen izquierda, río abajo, en la frontera con Guatemala y hace parte de la microrregión de Benemérito de las Américas y en algunos sectores de la microrregión Marqués de Comillas; como también al

¹² *Propuesta de clasificación de Unidades Climáticas para un análisis regional y generalizado RCRUM. “La Clasificación Fisiográfica de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta”. Saavedra A. (2013). CENTROGEO – FORDECYT.*

norte de la CMU en límites con la CBU en la subcuenca del Chacamax. El relieve colinado erosional está formado por lomas bajas con alturas relativas inferiores a los 100 metros; circundando el trayecto del río Chixoy desde el límite fronterizo internacional cuando irrumpe en México, hasta llegar muy cerca a la desembocadura del río Lacantún lugar donde ya se conoce o se nombra como río Usumacinta propiamente.

Este relieve colinado o lomerío erosional **figura 30** (lomas) se encuentra principalmente entre los 100 y 200 *m.s.n.m.* en la microrregión de Benemérito de las Américas y un pequeño sector entre los 200 y 300 *m.s.n.m.*, en la microrregión de Marqués de Comillas, en la región climática de las “tierras bajas cálidas, en clima cálido húmedo, provincia de humedad, húmeda”; con temperaturas promedio anual de 24°C y precipitaciones de 2,740 mm/anuales. Litológicamente está constituido principalmente por conglomerados del Terciario Neógeno / Cuaternario (plioleistoceno). Este gran paisaje lo conforman el paisaje: lomas bajas.

- **Gran Paisaje: Relieve colinado estructural erosional (C-E/D)**

Este gran paisaje corresponde a un grupo de colinas estructurales altas, medias y bajas (cuestas- crestones - crestas). En el Relieve colinado estructural predominan las cuestas/crestones medias, asociadas a la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala, originados por procesos estructurales (deformaciones por levantamiento, plegamiento, etc.,) sobre los cuales actúan procesos erosionales. Presentan relieves de cuestas con pendientes que van desde ligera y moderadamente inclinadas (7–12%), relieves de crestones y crestas de pendientes fuertemente inclinadas (12–25%) hasta ligeramente escarpadas con pendientes entre (25-50%). Conforman estas estructuras homoclinales (monoclinales) y litológicamente se componen de rocas sedimentarias del Terciario Paleógeno Eoceno, constituidas por intercalaciones de lutitas con areniscas.

Se localizan aproximadamente entre los 50 - 500 y 700 *m.s.n.m.*, en gran parte de la microrregión de Marqués de Comillas, y un buen sector de la microrregión de Benemérito de las Américas y Maravilla Tenejapa; igualmente se presentan algunos cordones en dirección noreste-suroeste (NE-SW) en las microrregiones de Cañadas, Santo Domingo Palestina y Naha-Metzabok, en la “región climática de las tierras bajas cálidas, en clima cálido húmedo provincias de humedad, húmeda”; con temperaturas medias anuales de 24°C y precipitaciones promedio anuales de 2,740mm. Otra parte del sistema colinado estructural se localiza en las “tierras bajas cálidas, en clima cálido muy húmedo, provincia de humedad, muy húmeda (perhúmeda)”, con temperaturas promedio anuales de 24.4°C y precipitaciones promedio anuales de 3,030mm. De igual forma está presente en las “tierras medias templadas, en clima semicálido muy húmedo” con temperaturas medias anuales de 21°C y precipitaciones promedio anuales de 3,053mm. Este gran paisaje lo conforman principalmente los paisajes: cuestas, crestas y crestones.

- **Gran Paisaje: Relieve colinado disolucional (C-S/E)**

El relieve colinado disolucional se presenta en la ZE en pequeños sectores y lo conforma un sistema de colinas o lomas cársticas bajas y altas; se encuentra en altitudes entre los 100 y 500 *m.s.n.m.*, con alturas relativas menores a 250 metros, pendientes moderadamente inclinadas (7–12%), fuertemente inclinadas (12–25%) y en algunos sectores ligeramente escarpadas con

pendientes (25–50%). Pertenecen a la región climática de las “tierras bajas cálidas, en clima cálido húmedo, provincia de humedad, húmeda con temperaturas medias anuales de 24°C y precipitaciones promedio anuales de 2,740 mm y se encuentra presente únicamente en una pequeña área de colinas altas cársticas al sur de la microrregión de Marqués de Comillas y en la microrregión de Naha-Metzabok. A este gran paisaje pertenece el paisaje disolucional: colinas bajas y colinas altas cársticas.

- **Gran Paisaje: Relieve montañoso y colinado estructural / erosional (MC-E/D)**

Este gran paisaje combinado montañas y colinas (que a la escala de trabajo no fue posible separar) representa relieves estructurales constituidos por estructuras monoclinales, compuestos de rocas sedimentarias formadas por intercalaciones de lutitas y areniscas; se caracteriza por presentar pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligera a moderadamente escarpadas con pendientes entre (25-50% y 50-75%). Se localizan en la ZE aproximadamente entre los 200 y 700 m.s.n.m., y particularmente en un sector de la microrregión de Maravilla Tenejapa, en la región climática de las “tierras bajas cálidas, en clima cálido húmedo, provincias de humedad, húmeda”; con temperaturas medias anuales de 24°C y precipitaciones promedio anuales de 2,740mm. Otra parte del sistema montañoso/colinado estructural se localiza en las “tierras bajas cálidas, en clima cálido muy húmedo, provincia de humedad, muy húmeda (perhúmeda)”, con temperaturas promedio anuales de 24.4°C y precipitaciones promedio anuales de 3,030mm. A este gran paisaje pertenecen los paisajes: cuestras, crestones y crestas homoclinales.

- **Gran paisaje: Relieve montañoso disolucional (M-S/E)**

El gran paisaje del relieve montañoso disolucional está formado por rocas carbonatadas constituidas por calizas del cretáceo superior, presentes en gran parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala, las cuales han sufrido deformación por plegamiento y fallamiento. Se encuentra contiguo al relieve colinado y montañoso estructural erosional; gran paisaje que en su conjunto constituyen la mayor parte de la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala en la ZE. Por otra parte, el relieve montañoso disolucional se ubica en la región climática de las “tierras bajas cálidas, en clima cálido húmedo, provincia de humedad, húmeda”; con temperaturas medias anuales de 24°C y precipitaciones promedio anuales de 2,740mm. Otra parte del sistema montañoso disolucional se localiza en las “tierras bajas cálidas, en clima cálido muy húmedo, provincia de humedad, muy húmeda (perhúmeda)”, con temperaturas promedio anuales de 24.4°C y precipitaciones promedio anuales de 3,030 mm; también está presente en la región climática de las “tierras medias templadas, de clima semicálido muy húmedo, provincia de humedad muy húmeda”; con temperaturas medias anuales de 21°C y precipitaciones promedio anuales de 3,053mm. Un pequeño sector de la microrregión de Maravilla Tenejapa se encuentra en la región climática de las “tierras medias templadas, de clima semicálido pluvial, provincia de humedad superhúmeda” con temperaturas promedio anual entre 18 y 24° C y precipitación anual mayor de 4,000mm. Este gran paisaje domina extensas áreas de relieve montañoso presente en gran parte

de la ZE y especialmente hace parte de las microrregiones de Cañadas, Santo Domingo Palestina, Naha-Metzabok y Maravilla Tenejapa. A este gran paisaje pertenecen los paisajes de Cerros cársticos.

- **Gran paisaje: Relieve montañoso estructural / erosional (M-E/D)**

El gran paisaje del relieve montañoso estructural erosional presente en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala ha sido formado por rocas sedimentarias constituidas por intercalaciones de lutitas y areniscas del terciario Paleógeno Eoceno y Paleógeno Paleoceno, las cuales sufrieron deformación por plegamiento, fracturamiento y fallamiento. Este gran paisaje se encuentra distribuido en la ZE colindando con el sistema montañoso disolucional. A este gran paisaje pertenecen las crestas y crestones homoclinales, se distribuyen aproximadamente desde los 500 hasta los 1,890m.s.n.m., en la mayor parte de la ZE, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas 12-25%, ligeramente escarpadas 25-50% y moderadamente escarpadas con pendientes 50-75%, hasta fuertemente escarpadas con pendientes mayores al 75%.

Este Gran Paisaje se ubica en la región climática de las “tierras bajas cálidas, en clima cálido húmedo, provincia de humedad, húmeda”; con temperaturas medias anuales de 24°C y precipitaciones promedio anuales de 2,740mm. También está presente en la región climática de las “tierras medias templadas, de clima semicálido muy húmedo, provincia de humedad muy húmeda”; con temperaturas medias anuales de 21°C y precipitaciones promedio anuales de 3,053mm.; y se distribuyen aproximadamente desde los 500 hasta los 1,890m.s.n.m., en la ZE, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas 12-25%, ligeramente escarpadas 25-50% y moderadamente escarpadas con pendientes 50-75%, hasta fuertemente escarpadas con pendientes mayores al 75%.

2.6 SUELOS

El suelo es la colección de los cuerpos naturales en la superficie de la tierra, en lugares modificados o incluso hecho por el hombre de materiales terrosos, que contiene materia viva y soporta o es apto para soportar plantas (Soil Survey Staff, 1993).

Las propiedades del suelo varían de un lugar a otro, pero esta variación no es aleatoria. Los suelos son el resultado del clima y los organismos vivos que actúan sobre el material parental, condicionados por la topografía o el relieve local, el cual ejerce una influencia modificadora y con el tiempo necesario para los procesos de formación del suelo. Por lo tanto, se puede decir que en cualquier parte, los suelos serán los mismos en la medida en que los factores formadores (clima, material parental, relieve, tiempo y organismos) sean los mismos (Soil Survey Staff, 1993).

En la ZE se presentan 11 clases de suelos y en la **Figura 31** se presenta su distribución espacial de acuerdo con el sistema de clasificación FAO (2007), predominando en “la unidad cartográfica” como suelos principales (Grupo1) los (LV) Luvisoles (27.67%), (LP) Leptosoles (25.36%), (PH) Pheozem (16.53%), (CM) Cambisoles, (7.64%), (GL) Gleysoles (6.08%), (VR) Vertisoles (5.51%), (UM)

Umbrisoles (4.38%), (RG) Regosoles (3.54%), (AC) Acrisoles (1.68%), (FL) Fluvisoles (1.53%) y (NT) Nitisoles (0.08%), ver **Figura 32**.

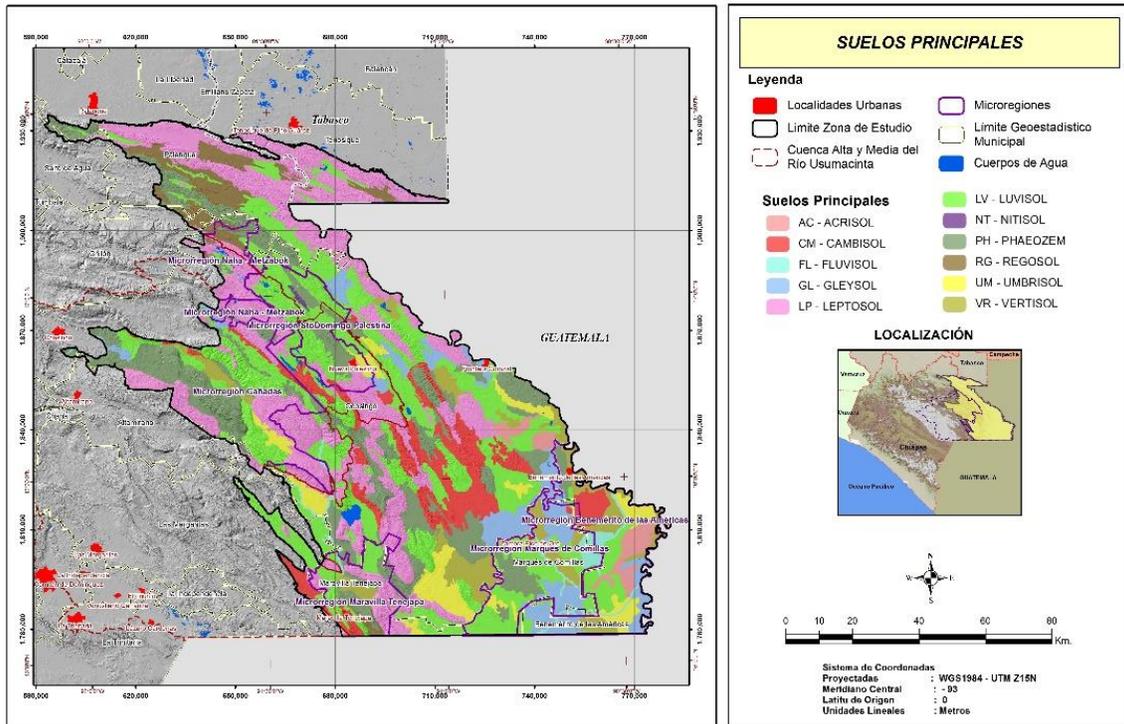


Figura 31. Suelos Principales en la ZE - Grupo 1.

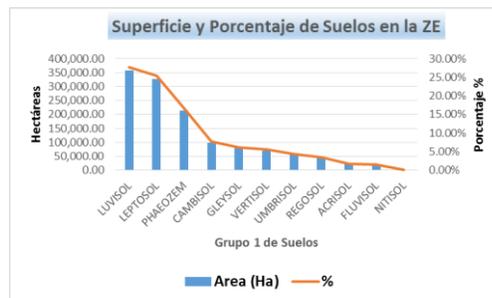
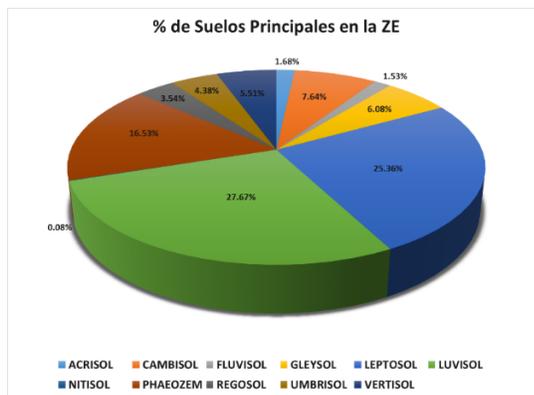


Figura 32. Superficie en Ha y % de suelos en la región (Grupo1).

En la ZE la influencia del clima en los suelos se manifiesta fundamentalmente a través de las altas precipitaciones; por un lado, el patrón monomodal de la precipitación, con una estación seca marcada explica la presencia de los Luvisoles (y horizontes árgicos), el grupo de suelos con mayor extensión en el área (**figura 32**), suelos estos en que en su génesis dicho factor es fundamental. En segundo lugar las condiciones de alta humedad (precipitación anual de 2000 a 3000mm y mayores) sumado al patrón monomodal de la precipitación explican la presencia de los Acrisoles en algunos sectores, los cuales representan el grupo de suelos con acumulación de arcilla (endopedón árgico) con arcilla de baja actividad (CIC < 24 meq/100 Ar) y saturación de bases menor del 50% entre 25 y 100cm, lo que se manifiesta en suelos más lavados que los Luvisoles, pero insuficientemente meteorizados para ser Ferrasoles (no presentes en el área).

De igual manera se presentan los Nitosoles como suelos tropicales muy bien desarrollados y profundos (suelos originales y húmedos, libremente y bien drenados en posiciones estables y en montañas), con endopedón nítrico¹³ donde predominan arcillas tipo 1:1 (caolinita y/o meta-hallohisita). En tercer lugar las condiciones de alta humedad, la cobertura vegetal y la posición en el paisaje (áreas de posiciones bajas) explican la presencia de los Cambisoles, Umbrisoles y Gleysoles, los primeros dos suelos (jóvenes, poco evolucionados) propios de ambientes húmedos (aluviales) y aportes de materia orgánica por el tipo de coberturas vegetales naturales y los segundos típicos de relieves bajos (mal drenados, influencia del nivel freático) con mucho aporte de humedad; en algunos casos sobre estos suelos y las condiciones de alta humedad, nos llevan a los subgrupos dístricos (suelos con baja saturación de bases) y húmicos (acumulación de materia orgánica).

La cobertura vegetal predominante corresponde a vegetación natural de selva alta perennifolia, vegetación arbórea con cierto grado de intervención y pastizales, coberturas estas que, en combinación con el relieve, y una alta humedad en el suelo, permite la acumulación de materia orgánica en los suelos, y por lo tanto explican la presencia de subgrupos húmicos. Con relación a la influencia del tiempo y el relieve como factores formadores de suelos, se puede decir que en el área hay tres grandes unidades; dos de ellas constituida por los relieves montañosos y colinados y una tercera que la conforman los valles aluviales, donde el material parental de esta última está constituido por aluviones del cuaternario, y es donde se presentan los suelos más jóvenes y menos evolucionados.

Sobre esta base se puede decir que en la ZE los factores formadores que determinan y explican la distribución espacial de los suelos son los materiales parentales (tipos de rocas y formaciones superficiales), el relieve (formas del relieve y pendiente), el clima húmedo y muy húmedo (altas precipitaciones/distribución monomodal) y el tipo de cobertura vegetal presente, así como sus interacciones.

A continuación, con base en esta premisa, y lo acotado en relación con la influencia de la precipitación y de la cobertura vegetal, se presenta una breve descripción sobre la distribución de los suelos en el área, tomando como base la distribución de las formas del relieve (grandes paisajes

¹³ Horizonte subsuperficial rico en arcilla, los colores son value y croma bajo hue 2.5YR o más rojo o más amarillo, con 4% o más de Fe extractable en ditionita-citrato (hierro libre) en la fracción tierra fina; se puede considerar un tipo especial de horizonte árgico, o un horizonte cámbico fuertemente expresado con propiedades específicas tales como poca cantidad de arcilla dispersable en agua y elevada cantidad de hierro activo

fisiográficos) y los materiales litológicos, mismos estos que ya están referidos en el concepto de paisaje fisiográfico. Para simplificar la descripción los grandes paisajes fisiográficos se han agrupado en tres categorías generales a saber: a) Grandes paisajes de relieves montañosos, b) Grandes paisajes de relieves colinados y c) Grandes paisajes de Valles aluviales y/o lacustres.

La información de suelos referida en este estudio se ha tomado del mapa de suelos del INEGI (Conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1: 250 000 Serie II, 2008), en el cual la clasificación de los suelos está referida al sistema de clasificación FAO (Base de Referencia para los Suelos del Mundo. FAO/UNESCO, 1998). En la elaboración del mapa de la **figura 32** solo se consideró el suelo dominante (Grupo1, en la base de datos del INEGI).

Los suelos que predominan en el área corresponden a los grupos de los Luvisoles y Leptosoles (**figura 32**) los primeros predominan en relieves montañosos y los segundos más abundantes en el relieve colinado; le siguen en importancia los Phaeozems, Cambisoles y Umbrisoles en la zona de colinas y Vertisoles y Gleysoles en la zona de valles y colinas bajas; complementan el mosaico de suelos los Regosoles, propios de relieves montañosos, los Acrisoles que se encuentran principalmente en colinas medias, y los Fluvisoles en los valles.

- **Suelos en Relieve Montañoso**

En su mayor parte el material parental de los suelos está constituido por calizas (relieve montañoso disolucional) y en menor proporción los materiales corresponden a intercalaciones de lutitas y areniscas (relieve montañoso estructural). Las pendientes dominantes están entre 12-25-50% y mayores. Los suelos más propios de este relieve comprenden dos grupos: Leptosoles y Regosoles; también se encuentran en este relieve Luvisoles, Phaeozems y Cambisoles y en menor proporción Umbrisoles y Acrisoles, que se describen en el relieve colinado, donde su predominancia es mayor.

Los Leptosoles son los segundos suelos en extensión en la ZE, y el suelo dominante en el relieve montañoso; su característica principal es la de ser suelos muy superficiales (menos de 25 cm de profundidad, entre la superficie y la roca subyacente), son propios de zonas montañosas con fuertes pendientes. Las fuertes pendientes, asociados en este caso con un clima húmedo, determinan que el proceso dominante sea la erosión hídrica, aún bajo condiciones de cobertura forestal, esto hace que la erosión sea la mayor amenaza para estos suelos, por lo que la vocación de estas tierras es el uso forestal.

Los **Regosoles** en la ZE, son suelos muy poco o débilmente desarrollados sobre materiales no consolidados y sobre materiales rocosos de areniscas y calizas, en este último caso con profundidad mayor a 25 cm., propios de regiones montañosas.

- **Suelos en relieve Colinado**

En el relieve colinado y de acuerdo a su altura las colinas se consideran como altas (entre 200-300m), medias (entre 100–200 m) y bajas (<100 metros de altura relativa con respecto al nivel de base); los materiales parentales están constituidos por intercalaciones de Lutitas-Areniscas o Lutitas-Areniscas-Calizas; las pendientes dominantes son para las colinas altas 7-12-25%; para las medias 3-7-12% y para las bajas 3-7%. Los suelos predominantes en este relieve son los Luvisoles, además de otros grupos importantes como los Phaeozems, Cambisoles, Umbrisoles, Regosoles y

Acrisoles. Otros grupos con presencia importante en este relieve lo constituyen los Vertisoles y Gleysoles, y en menor proporción los Fluvisoles, los cuales se describen en el relieve de valles, donde son los suelos dominantes.

Luvisoles, constituyen los suelos dominantes tanto en la ZE, como en la zona del relieve colinado, con un predominio en las colinas altas. Su característica dominante es una diferenciación textural marcada dentro del perfil de suelo, con un horizonte superficial bajo en contenido de arcilla y con acumulación de arcilla en el horizonte subsuperficial (horizonte árgico).

Phaeozem, tienen como característica principal, la de ser suelos ricos en materia orgánica. El ambiente de su génesis en las regiones húmedas corresponde a zonas donde hay alguna percolación en la mayoría de los años, pero también periodos en los cuales el suelo está seco, condiciones estas que corresponden al área de la ZE.

Cambisoles, Son suelos jóvenes con un desarrollo incipiente.

Umbrisoles, son suelos igualmente jóvenes propios de climas húmedos, con altos contenidos de materia orgánica y moderada a baja saturación de bases. Se localizan fundamentalmente en las partes bajas de las colinas medias y bajas (pendientes 0-3%) y en menor proporción en los valles aluviales.

Acrisoles, Tienen una génesis similar a los Luvisoles, con la diferencia que el horizonte árgico (enriquecido en arcilla), es desaturado.

- **Suelos de Valles Aluviales**

En los Valles aluviales y/o lacustres los materiales parentales están constituidos por depósitos superficiales (de origen aluvial y/o lacustre); las pendientes dominantes en este paisaje son de 0-3%. Los suelos predominantes en este relieve corresponden a los grupos de los Vertisoles, Gleysoles, Umbrisoles, Fluvisoles y Luvisoles. Aunque si se considera el total del área ocupada por los Gleysoles, Umbrisoles, Vertisoles y Fluvisoles, suelos propios de este relieve, llama la atención la predominancia de Luvisoles, ya que son suelos con cierto grado de evolución y típicos de superficies geomorfológicas estables, que no es el caso de los valles aluviales. Una explicación es que dichos suelos se presenten en los paisajes aledaños (colinas-montañas) que enmarcan y limitan los valles aluviales. Por otra parte, su presencia se puede explicar por el hecho de que la cartografía de suelos no tiene una base geomorfológica, lo cual si permite una correlación entre la posición del paisaje y los suelos encontrados.

Vertisoles, son suelos arcillosos de textura fina y muy fina, con una alta proporción de arcillas expansivas; cuando están secos forman grietas profundas a partir de la superficie. El nombre de Vertisoles se refiere a la constante mezcla del material de suelo. Cuando están secos su consistencia es **extremadamente** dura y en la estación húmeda son masivos y muy pegajosos. Sus propiedades físicas constituyen el mayor limitante para el manejo. Además de presentarse en los valles aluviales, también se les encuentran en las partes bajas de las colinas medias y bajas (pendientes 0-3%), frecuentemente asociados con los Gleysoles.

Gleysoles y Fluvisoles, representan aquellos suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales, están confinados a franjas estrechas del relieve adyacente a los lechos de los ríos en las

colinas, y al valle aluvial meándrico que forman los ríos Lacantún y Chixoy (entre otros). Son suelos muy jóvenes con una débil diferenciación del perfil y la materia orgánica presenta un decrecimiento irregular con la profundidad.

A continuación se presenta una descripción de cada uno de los grupos de suelos presentes en la ZE y en las microrregiones, y algunos de los subgrupos de suelos dominantes en cada uno de ellos.

Luvisol crómico (LVcr). Suelo con un horizonte árgico de color pardo a rojo, subsuperficial, con acumulación de arcilla de alta actividad con una $CIC \geq 24 \text{ cmol/kg}$ de arcilla, una textura franco-arenosa o más fina; que carece de propiedades gleyicas (alta saturación con agua) en los 100 cm superficiales. Los Luvisoles crómico lepticos (LVcrlep) que tienen roca continua que comienza dentro de los 50cm de la superficie del suelo. Los Luvisoles háplicos (LVha) son aquellos que no presentan una característica adicional o significativa. Los Luvisoles dístricos (LVdy) tiene una saturación de bases menor de 50% en la mayor parte entre los 20 y 100cm de la superficie del suelo mineral; los Luvisoles vérticos (LVvr) tienen un horizonte vértico o propiedades vérticas que comienzan dentro de los 100cm de profundidad; los Luvisoles cálcicos (LVcc) tienen un horizonte cálcico o concentraciones de carbonatos secundarios que comienzan dentro de los 100cm de la superficie del suelo; los Luvisoles profúndicos (LVpf) tienen un horizonte árgico en el cual el contenido de arcilla no decrece por 20% o más (relativo) de su máximo dentro de los 150cm de la superficie del suelo; los Luvisoles húmicos (Lvhu) tienen un contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado de 1% o más hasta una profundidad de 50cm desde la superficie del suelo mineral.

Leptosoles (LP). Son suelos muy superficiales. Presentan una roca dura continua o material altamente calcáreo o una capa cementada continua (no un horizonte cementado) dentro de los primeros 25cm; o suelos muy pedregosos. En el caso de los Leptosoles renzicos (**LPrz**), tienen un horizonte mólico que representa una capa superficial oscura, fértil, con alta saturación de bases, rica en materia orgánica; que contiene o esta inmediatamente por encima de material calcáreo o roca calcárea que contiene 40% o más de carbonato de calcio equivalente. Los Leptosoles líticos (**LPli**) tienen roca continua que comienza dentro de los 10cm de la superficie del suelo (son extremadamente superficiales – solo en estos suelos). El caso de los Leptosoles éutricos (**LPeu**) tiene una saturación de bases (por NH_4OAc 1M) de 50% o más directamente encima de la roca continua si la roca continua comienza dentro de los 25 cm de la superficie del suelo. Los Leptosoles cálcicos (LPca) que tienen un horizonte cálcico o concentraciones de carbonatos secundarios que comienzan dentro de los 100cm de la superficie del suelo.

Phaeozems háplico (PHha). Son suelos que tienen un horizonte superficial mólico oscuro, profundo, con altos contenidos en materia orgánica y alta saturación de bases (>50%), sin carbonatos de calcio dentro de los 100cm de profundidad y sin horizonte de acumulación de sales (cálcico, gipsico); en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. En el caso de los Phaeozems húmico (PHhu) el contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado es de 1% o más hasta una profundidad de 50cm desde la superficie del suelo mineral. El otro subgrupo de suelos Phaeozems presentes son los lepticos (PHlep), los cuales se caracterizan por que pueden presentar roca continua que comienza dentro de los 50cm de la superficie del suelo en el caso de los epilépticos o los endolépticos (len) que comienza entre 50 y 100cm de la superficie del suelo. El subgrupo de suelos Phaeozems lúvico (PHlv) que tiene un

horizonte árgico que tiene una CIC de 24meq/100gr de arcilla o más en todo su espesor o hasta una profundidad de 50cm debajo de su límite superior; también se encuentra el subgrupo de suelos Phaeozems calcárico (Phca) que tiene material calcárico entre 20 y 50cm de la superficie del suelo o entre 20 y roca continua o una capa cementada o endurecida, así como el subgrupo esquelético (PHsk), los cuales tienen 40% o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

Cambisoles húmicos (CMhu). Son suelos de evolución baja y media, con un horizonte subsuperficial "B" cámbico, que tiene un contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado de 1% o más hasta una profundidad de 50cm desde la superficie del suelo mineral. Los Cambisoles eútricos (CMeu) tienen una saturación de bases de 50% o más en la mayor parte entre 20 y 100cm de la superficie del suelo. El Cambisol crómico (CMcr), también presente, tiene una capa subsuperficial de 30cm o más de espesor dentro de los 150cm de la superficie del suelo, que tiene un matiz más rojo de 7.5 YR y una pureza en húmedo mayor de 4. Los Cambisoles dystricos (CMdy) tienen una saturación de bases menor de 50% en la mayor parte entre los 20 y 100cm de la superficie del suelo mineral.

Gleysoles (GL). Son suelos propios de tierras bajas, mal drenados y formados a partir de materiales no consolidados y de depósitos aluviales con propiedades flúvicas, cuya formación está condicionada por ambientes de excesiva humedad en la superficie o a profundidades menores a 50 cm., durante un periodo suficiente para desarrollar un patrón de color con características gleícas¹⁴. De aquí que el atributo dominante de estos suelos es la saturación prolongada con agua, asociada con la carencia de aireación, pobres condiciones de desarrollo radicular para la mayoría de los cultivos. Al igual que los vertisoles, también se les encuentran en partes bajas de las colinas medias y bajas (pendientes 0-3%).

Los Gleysoles dystricos (GLdy) presentan una saturación de bases (por NH₄OAc 1M) menor de 50% en la mayor parte entre los 20 y 100cm de la superficie del suelo mineral y los Gleysoles étricos (GLEu) tienen una saturación de bases (por NH₄OAc 1M) de 50% o más en la mayor parte entre los 20 y 100cm de la superficie del suelo. Los subgrupos vérticos, Gleysoles vérticos (GLvr) presentan un horizonte vértico o propiedades vérticas (agrietamiento, superficies de presión,...) que comienzan dentro de los 100cm de profundidad; igualmente está el subgrupo húmico (GLhu) que tiene un contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado de 1% o más hasta una profundidad de 50cm desde la superficie del suelo mineral y finalmente los Gleysoles mólicos (GLmo) que tienen un horizonte superficial mólico, caracterizado por ser un horizonte espeso (>25cm), altos contenidos de materia orgánica (>1%), oscuros (intensidad < de 5 en seco y 3 en húmedo) y una saturación de bases mayor al 50%. En este grupo de suelos se encuentran combinaciones entre los subgrupos que comparten propiedades como: Gleysoles dystricos húmicos (GLdyhu), Gleysoles húmicos vérticos (GLhuvr), Gleysoles dystricos vérticos (GLdyvr), Gleysoles eútricos vérticos (GLEuvr), los Gleysoles eútricos húmicos (GLEuhu), los Gleysoles mólicos vérticos (GLmovr).

¹⁴ Un material presenta propiedades gleícas cuando está saturado con agua, salvo que esté drenado, por un tiempo suficiente para generar unas condiciones reductoras y patrón de color dominado por un azul oscuro con intercalaciones de colores rojizos, colores estos asociadas a la dinámica del hierro bajo condiciones oxido-reducción.

Vertisoles (VR). Son suelos con arcillas expandibles, con una media ponderada de 30% o más de arcilla fina y muy fina de todos los horizontes en una profundidad comprendida entre los 18 y 50cm, presencia de superficies de fricción (slickensides) y son suelos que se agrietan formando grietas profundas, las cuales se abren y cierran periódicamente de acuerdo con la temporada (épocas secas y lluviosas). El nombre de Vertisoles se refiere a la constante mezcla del material de suelo. Cuando están secos su consistencia es extremadamente dura y en la estación húmeda son masivos y muy pegajosos. Sus propiedades físicas constituyen la mayor limitante para el manejo. Además de presentarse en los valles aluviales, también se les encuentran en las partes bajas de las colinas medias y bajas (pendientes 0-3%), frecuentemente asociados con los Gleysoles.

Los **Vertisoles gléyicos (VRgl - VRgln)** tienen dentro de los 100cm de la superficie del suelo mineral, una capa de 25cm o más de espesor que tiene condiciones reductoras en algunas partes y un patrón de color gléyico en todo el espesor, el subgrupo Endogleyico (gln), tiene entre 50 y 100cm de la superficie del suelo mineral, una capa de 25cm o más de espesor que tiene condiciones reductoras en algunas partes y un patrón de color gléyico en todas las partes. Los Vertisoles masivos (VRmz), son suelos masivos y duros o muy duros en los primeros 20cm del suelo (sólo en Vertisoles). Los Vertisoles húmicos (VRhu), tienen un contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado de 1% o más hasta una profundidad de 50cm desde la superficie del suelo mineral. Los **Vertisoles lépticos (VRlep)**, son suelos que tienen roca continua que comienza dentro de 50cm de la superficie del suelo.

Umbrisoles (UM). Son suelos en los cuales se ha acumulado materia orgánica dentro del suelo superficial mineral (en la mayoría de los casos con baja saturación con bases). Suelos con un horizonte superficial oscuro (horizonte úmbrico); de color pardo oscuro, en muchos casos sobre un horizonte subsuperficial cámbico y con baja saturación de bases. Umbrisoles húmicos (UMhu), Umbrisoles Páquico (UMph - UMphhu), son suelos que tienen un epipedón mólico o úmbrico de 50cm o más de espesor. Umbrisoles endolépticos (UMlen), son suelos que tienen roca continua que comienza dentro entre 50 y 100cm de la superficie del suelo.

Regosoles eútricos (RGeu). Suelos desarrollados incipientemente a partir de material suelto (no consolidado), pero no arenoso o con propiedades "flúvicas" y cuyo desarrollo se evidencia a través de epipedones ócricos o úmbricos con un perfil tipo A/C o A/R. Los éútricos tienen una saturación de bases (por NH₄OAc 1M) de 50% o más en una capa de 5cm o más de espesor, directamente encima de la roca continua si la roca continua comienza dentro de los 25 cm de la superficie del suelo. El otro subgrupo de suelos presentes son los lepticos (lep), los cuales se caracterizan por que pueden presentar roca continua que comienza dentro de los 50cm de la superficie del suelo; y finalmente el subgrupo calcárico (ca) que tiene material calcárico entre 20 y 50cm de la superficie del suelo o entre 20cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

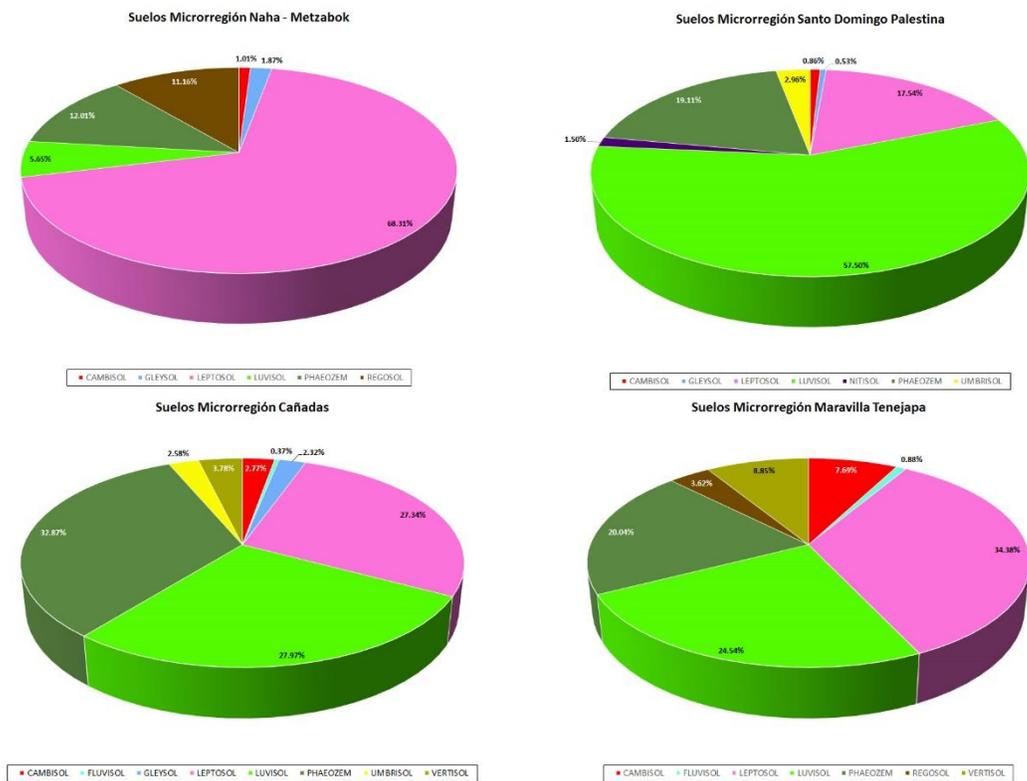
Acrisoles plínticos (ACpl). Suelos con altos contenidos de aluminio, con horizonte de acumulación de arcilla "B" árgico, de baja actividad (baja CIC) y saturación de bases baja (<50%) entre 25 y 100cm de profundidad. Más lavados que los Luvisoles, pero insuficientemente meteorizados para Ferrasol. El Acrisoles plínticos tienen un horizonte plíntico que comienza dentro de los 100cm de la superficie del suelo. La Plintita es una mezcla rica en hierro y está asociada con áreas de selva lluviosa. El Acrisol húmico (AChu) tiene alto contenido de carbono orgánica en la

fracción tierra fina como promedio ponderado de 1% o más hasta una profundidad de 50cm desde la superficie del suelo mineral. En el caso del Acrisol crómico (ACcr), también presente, tiene una capa subsuperficial de 30cm o más de espesor, que tiene un matiz más rojo de 7.5 YR y una pureza en húmedo mayor de 4.

Fluvisoles dystricos (FLdy). Son suelos jóvenes, desarrollados sobre materiales y/o depósitos aluviales recientes; el perfil del suelo presenta una morfología del tipo depositacionales, más que edafogénicos (no se han desarrollado in situ). Constituidos por materiales y características flúvicas. En los Fluvisoles presentes en esta región dominan los subgrupos dystricos (FLdy) que presentan una saturación de bases (por NH₄OAc 1M) menor de 50% en la mayor parte entre los 20 y 100cm de la superficie del suelo mineral. También están presentes los Fluvisoles eútricos (FLeu) que presentan una saturación de bases (por NH₄OAc 1M) de 50% o más en la mayor parte entre los 20 y 100cm de la superficie del suelo.

Nitisoles (NT). Son suelos arcillosos, rojos tropicales profundos, ricos en hierro (Fe) bien drenados, con un horizonte subsuperficial arcilloso nítico, con límites difusos entre horizontes y un horizonte subsuperficial con por lo menos 30 por ciento de arcilla y relativamente meteorizados. Los Nitisoles ródicos dístricos (NTrody), son suelos que tienen dentro de 150cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial de 30cm o más de espesor, con un hue Munsell 2.5YR o más rojo, un value, húmedo, menor de 3.5; y que tienen una saturación de bases menor de 50% en la mayor parte entre 20 y 100cm de la superficie del suelo.

A continuación, en las siguientes gráficas (**Figura 33**) se indican los tipos de suelos (grupo1) presentes en cada microrregión y el porcentaje de participación en cada una de ellas.



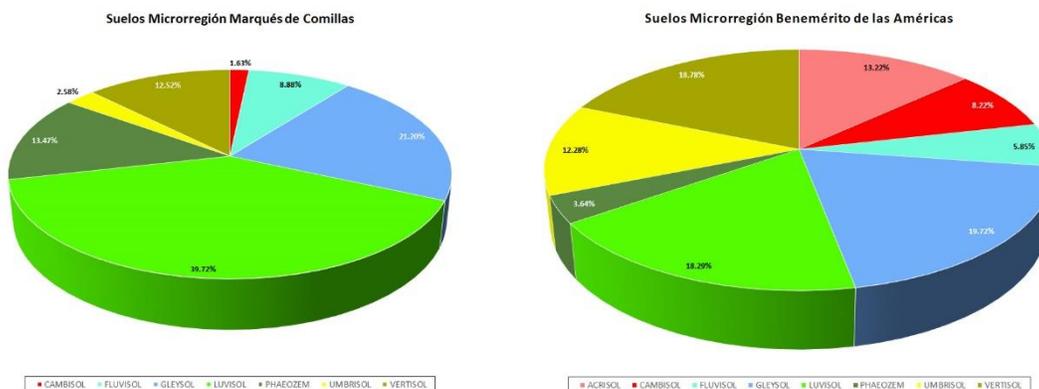


Figura 33. Tipos y porcentajes de suelos presentes en las Microrregiones

En el caso de la microrregión de Benemérito de las Américas los suelos que dominan en esta región son los gleisoles (19.72%), le siguen los vertisoles con (18.78%) y luvisoles con (18.29%); en la microrregión de Marqués de Comillas los suelos que principalmente dominan son los luvisoles (39.72%) seguido de los Gleisoles con (21.20%), Phaeozem (13.47%) y muy cerca los vertisoles (12.52%); en Maravilla Tenejapa dominan los leptosoles (34.38%), seguido de los luvisoles (24.5%) y los Phaeozem (20.04%), suelos que como ya se mencionó son los que principalmente se dan en las posiciones de valles y relieves de colinas/lomeríos característicos las dos primeras microrregiones y en los relieves colinados y montañosos propios de los sectores de Maravilla Tenejapa.

En las microrregiones de Cañadas los suelos dominantes pertenecen a los phaeozem (32.87%), luvisoles (27.97%) y los leptosoles con (27.34%); en Naha-Metzabok el 68.31% lo conforman los leptosoles, seguido de los phaeozem (12%) y los regosoles con (11.16%) y en la microrregión de Santo Domingo Palestina el (57.5%) está constituida por los luvisoles, seguido de los phaeozem con (19.11%) y los leptosoles con (17.54%), representando los suelos dominantes de las regiones de relieves montañosos y colinados.

3 USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL 2014 EN LAS CORREDORES BIOLÓGICOS DE “CHIAPAS NORTE”

Según la FAO la cobertura de la tierra (land), es la cobertura (bio-física) que se observa sobre la superficie de la Tierra (Earth) y el uso de la tierra está caracterizado por los arreglos, actividades e insumos que el hombre emprende en un cierto tipo de cobertura de la tierra para producir, cambiarla o mantenerla. Lambin *et al.* 2001, Farina 2000, señalan que la cobertura de vegetación y los usos del suelo constituyen la expresión conjunta de las plantas oriundas o introducidas y la utilización antrópica que se hace del medio biofísico de un área. Es una de las más importantes manifestaciones espaciales de los paisajes naturales y culturales de un territorio.

De acuerdo con lo anterior, la cobertura de la tierra contiene todo aquello que ocupa un espacio determinado dentro de un entorno (ecosistema) y su conocimiento es necesario para delimitar, establecer y cartografiar unidades agroecológicas lo más homogéneamente posible. Por lo tanto, el conocimiento del uso y la cobertura de las tierras constituyen uno de los aspectos más importantes dentro del análisis físico biótico para el ordenamiento del territorio por ser fundamental no sólo en la caracterización y espacialización de las unidades de paisaje, sino además, por su influencia en la formación, evolución y el manejo y la conservación de los mismos.

La tierra constituye la principal riqueza que la naturaleza ha proporcionado al hombre, para que mediante el conocimiento del uso y manejo racionales de la misma obtenga gran parte de las materias primas con las cuales pueda satisfacer sus necesidades y para el desarrollo mismo de la región y el bienestar de sus habitantes.

Al recurso tierra se le dan diversos usos y manejos acorde a ciertas características y su utilización depende de varios factores como el clima, el relieve, las características y calidad de los suelos, el sistema de tenencia de la tierra, los factores culturales, socio-económicos y la infraestructura que permita y facilite el uso y la actitud del agricultor (productor de la tierra) hacia la aplicación de tecnología.

En este apartado se presenta el mapa y su respectiva leyenda con las diferentes coberturas y usos del suelo (2014) presentes en las microrregiones.

3.1 METODOLOGÍA

La obtención del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo 2014 (**Figuras 34**), se realizó mediante el procesamiento y análisis digital-visual de imágenes SPOT, utilizando el programa **ECognition**, versión 2010, se efectuaron las siguientes etapas:

3.1.1 Consecución y Análisis visual de las imágenes (SPOT y RAPIDEYE) para evaluar la calidad de las mismas en términos de cobertura de nubes.

De las imágenes solicitadas, dos fueron descartadas por presentar nubosidad mayor del 50%. Estas fueron reemplazadas por una Imagen del sensor Rapideye, y una escena SPOT con resolución de 10 metros multispectral y 2.5 metros pancromática. Estas dos últimas imágenes se fusionaron mediante el algoritmo "HP Resolution Merge," el cual incluye una Convolución que usa un filtro de paso alto (HPF) en la imagen pancromática, combinándola luego con la imagen multispectral, la resolución de salida fue 2.5 metros; este producto fue el que se la utilizo para el proceso de clasificación. En la tabla siguiente se listan las imágenes utilizadas.

Código – Escena- Cuadrante	Fecha de adquisición	Resolución espacial - Metros
603317 R1C1	2013-12-05	1.5
605316-14019 R1C1 - R2C2	2014-03-19	1.5
605317-14019 R1C1 – R1C2	2014-03-19	1.5
606317-140414 R1C1 – R2C1	2014-04-14	1.5
606317-140428 R2C1	2014-04-28	1.5
606318-140414	2014-04-14	1.5
606318-140302 R1C1 – R2C2	2014-03-02	1.5
607 – 317 multispectral - pancromática	-	10 – 2.5
607 – 318 multispectral - pancromática	-	10 – 2.5
RapidEye	2013-04-18	5.0

3.1.2 Procesamiento y clasificación de las imágenes.

El procesamiento de las imágenes se hizo mediante el programa **E-Cognition**, en el cual se llevan a cabo los siguientes procesos:

Segmentación. Éste procesos es un paso fundamental en la clasificación de imágenes con **E-Cognition**, consiste en la subdivisión de la imagen en regiones que representan por objetos que se denominan objetos primitivos. En este caso se utilizó el algoritmo “Multi-Resolution segmentation”, el cual requiere tres parámetros fundamentales (la escala, índice de forma e índice de compacidad), tal como se ilustra a continuación en la **Figura 35**.

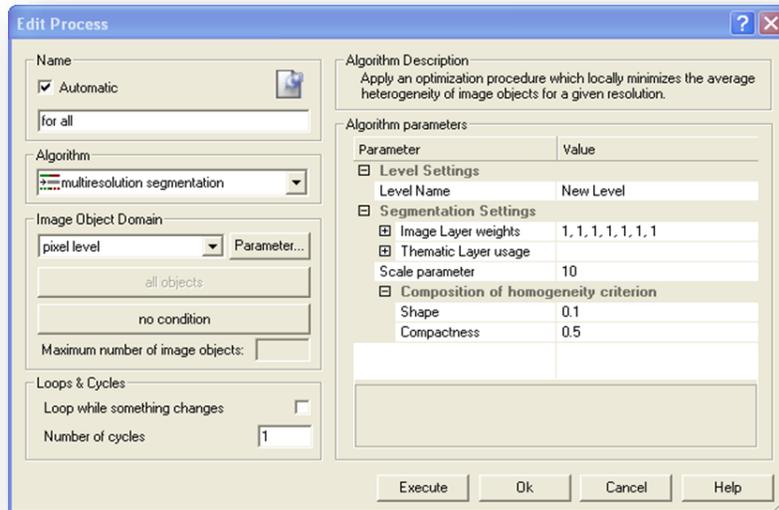


Figura 35. Fase de proceso de segmentación

Clasificación: Después de segmentada la imagen se procedió a su clasificación para lo cual se utilizaron tanto las características espectrales como espaciales de la imagen. Entre las características espectrales se calcularon los promedios radiométricos y la desviación estándar correspondientes a las cuatro bandas. Entre las características espaciales se utilizaron: la posición relativa de cada segmento con respecto a las coordenadas X y Y de la imagen y el área de cada segmento. Con base en las características radiométricas, las espaciales y conocimiento experto se crearon reglas de decisión para cada una de las clases identificadas.

Unión (Mergue): Una vez definida la clasificación (mediante un análisis e interpretación visual semi-automatizada) de los distintos usos y coberturas de la tierra de las imágenes que comprenden concretamente las microrregiones, se procedió a unir en polígonos contiguos las clases definidas. Se realizó una Identificación, clasificación y espacialización de las diferentes coberturas y usos de la tierra y de manera simultánea se va elaborando una leyenda explicativa (leyenda preliminar).

Vectorización. Mediante este proceso la imagen clasificada que está en formato raster, se exporto a formato vectorial (cobertura shape).

Cabe mencionar que algunas de las imágenes debido a su gran tamaño (con alrededor de 500 millones de pixeles) el procesamiento era demasiado lento, por lo cual fue necesario fraccionarlas en 4 partes. En la **figura 36** se ilustra una fase del proceso de clasificación.

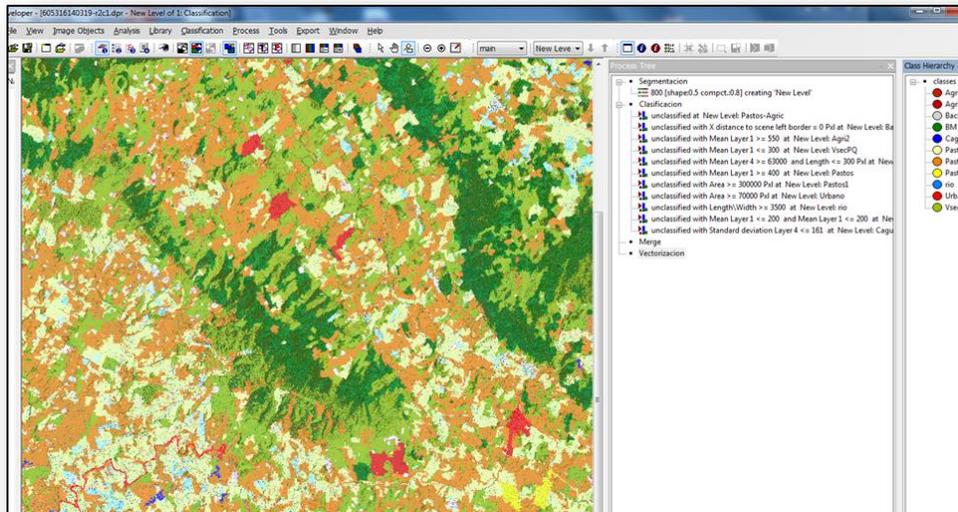


Figura 36. Fase de la imagen Clasificada

Verificación - Trabajo de campo. Se realizó un recorrido general de campo para verificar, comprobar y complementar la información interpretada en la clasificación de las imágenes (de acuerdo a una previa programación de los recorridos mediante transectos de comprobación).

Ajuste mediante análisis visual-digital de la cobertura de vegetación y uso de suelo, con base en las observaciones de campo. Con base en las observaciones de campo, se hizo un ajuste mediante análisis visual-digital. Determinación de las clases de cobertura, así como su uso actual predominante. Mapa resultante y definición de Leyenda.

Ajuste, edición y espacialización de las unidades de uso y cobertura de la tierra, para conformar el mapa temático de este estudio.

Empalme de la interpretación de cuadrante y escenas. Primero se procedió a realizar el empalme entre los cuadrantes de cada escena, y luego se hizo el empalme entre las diferentes escenas.

Al mapa final se le realizó un proceso de generalización considerando como unidad mínima de mapeo de 10 Ha, que equivale a una escala de trabajo aproximada de Esc. 1:25,000.

3.2 RESULTADOS VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN LAS MICRORREGIONES

A continuación en las **Figuras 34A, 34B y 34C** se presentan los mapas con su respectiva leyenda (**Tabla 5**) correspondientes a la vegetación y uso de las tierras de las microrregiones, donde se muestran su distribución y delimitación.

CÓDIGO	COBERTURA - USO DE SUELO
ZU	Zona Urbana
H2O	Cuerpo de agua
AP	Agricultura permanente - palma africana
TA	Agricultura anual
BC	Bosque cultivado Hule
PC	Pastizal cultivado
PI	Pastizal inducido
VH	Vegetación hidrófila - Humedales
SAP	Selva alta perennifolia
VSA/SAP	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia
VSa/SAP	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia
BM	Bosque mesófilo de montaña
VSA/BM	Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña
VSa/BM	Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña
BP	Bosque de pino
VSA/BP	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino
BPQ	Bosque de pino encino
BSA/BPQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino encino
BSa/BPQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino encino
TAPAh	Agricultura anual, pastos y acahuales
PCaAh	Pastizal, agricultura anual y acahuales
AaSpAh	Agricultura anual, semipermanente, permanente y acahuales
AaApAh	Agricultura anual, permanente y acahuales
VNS/NI	Vegetación natural de selva no especificada

Tabla 5. Leyenda de cobertura vegetal y uso del suelo

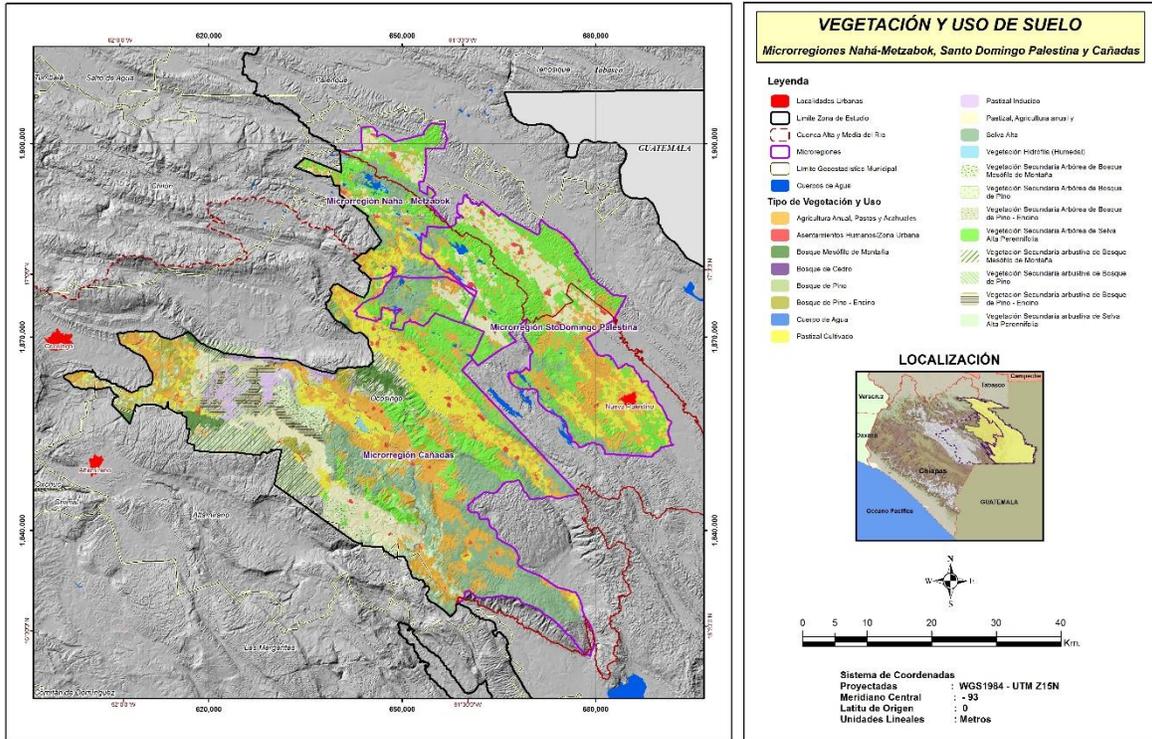


Figura 34A. Vegetación y uso del suelo 2014 de las microrregiones de Nahá Metzabok, Santo Domingo Palestina y Cañadas

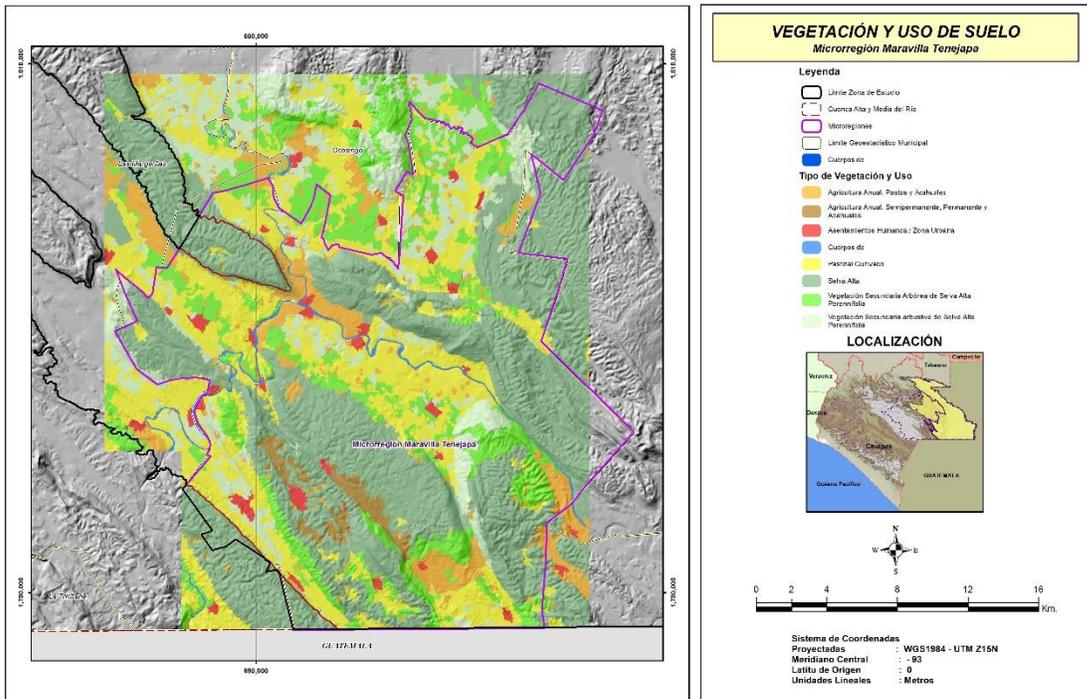


Figura 34B. Vegetación y uso del suelo 2014 de la microrregion Maravilla Tenejapa

- c) Con base en la información de campo y mediante el análisis de la respuesta espectral de las imágenes y los diferentes patrones espaciales fue posible definir nuevas clases de cobertura y uso del suelo a saber (**Tabla 6**):
- i. Agricultura anual y pastizales (AaPC). En la información del INEGI estas áreas estaban cartografiadas principalmente como pastizales cultivados. Su distribución se encuentra principalmente en zonas al norte del área de estudio.
 - ii. Agricultura de temporal anual, pastos y acahuales (código TAPAh). En la información del INEGI estas áreas estaban cartografiadas principalmente como vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva alta perennifolia y bosque mesófilo de montaña. Por las observaciones de campo y el análisis de los patrones espaciales y espectrales, se puede decir que en esta unidad predomina la agricultura de temporal anual (principalmente maíz, frijol), seguida de acahuales de diferentes edades (entre 2 y 12 años) y en menor proporción pastizales (algunos de estos limpios y otros enmalezados).
 - iii. Pastizal, agricultura anual y acahuales (PCAaAh). En la información del INEGI estas áreas estaban cartografiadas principalmente como pastizales cultivados. En esta unidad predomina los pastizales cultivados (algunos de estos limpios y otros enmalezados), seguidos por la agricultura de temporal anual (principalmente maíz, frijol), y en proporción los acahuales de diferentes edades (entre 2 y 6 años).
 - iv. Agricultura anual, semipermanente, permanente y acahuales (AaSpAh). En la información del INEGI estas áreas estaban cartografiadas principalmente como agricultura de temporal anual y permanente, y algunos sectores como vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña. En la verificación de campo se observó la dominancia de cultivos semipermanentes (plátano), sobre los permanentes (café), además de la presencia importante de áreas con acahuales. Su distribución se encuentra principalmente en zonas del municipio de Maravilla Tenejapa.

Tabla 6. Nuevas coberturas vegetales y de uso del suelo identificadas

DESCRIPCION DEL TIPO DE VEGETACION Y USO	CODIGO
Agricultura de anual pastos y acahuales	TAPAh
Pastizal agricultura anual y acahuales	PCAaAh
Agricultura anual, semipermanente, permanente y acahuales	AaSpAh
Agricultura de anual, permanente y acahuales	AaApAh
Vegetación natural de selva no especificada	VNS/NI

4 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL - APTITUD DE LAS TIERRAS

4.1 ASPECTOS CONCEPTUALES

La clasificación de las tierras por su capacidad de uso es una agrupación de suelos que se comportan de manera similar, respecto al uso y manejo, sin causarle deterioro en periodos largos. Esta agrupación permite hacer generalizaciones fundamentadas en las potencialidades de los suelos, limitaciones en cuanto a su uso y problemas por manejo inadecuado, incluyendo los procedimientos de conservación (Jiménez L., y Burgos L., 1999).

La clasificación de las tierras por su capacidad de uso contempla un análisis de los diferentes elementos y características del medio físico y el comportamiento de cada unidad de tierra según las características de las tierras y los distintos limitantes que intervienen en el uso y manejo adecuado de las tierras. La clasificación de las tierras es un método muy importante de apoyo para el conocimiento de la región, el desarrollo rural y la planificación del uso del territorio.

La clasificación por capacidad de uso de las tierras, fue desarrollada por el servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos (Klingebiel, 1961), con adaptaciones realizadas por el IGAC (1973, 1975, 1997, 1999) y representa una forma de análisis de la aptitud de las tierras bien establecida, la cual es aplicada principalmente a la planificación del uso agrícola de la tierra, con énfasis en sus requerimientos de conservación.

Este sistema clasifica las tierras en clases de capacidad, partiendo de la *clase I*, la cual no representa limitaciones para la agricultura, hasta la *clase VIII*, que no tiene ningún potencial agrícola o ganadero.

La clasificación es aplicable para fines agropecuarios, forestales y de conservación, y reúne varios aspectos que determinan y condicionan el uso más conveniente para cada suelo, así como algunas prácticas de uso, manejo y conservación recomendadas; las cuales constituyen una herramienta esencial para los planes de desarrollo.

El sistema de clasificación agrupa los suelos en tres categorías: *clase*, *subclase* y *grupo de manejo*. Las clases por capacidad de uso agrupan suelos, con similar grado de limitaciones o riesgos que puedan afectar los suelos y cultivos. Las clases son ocho y se designan con números romanos (Malagón y Cortés, 1984). Las limitaciones de uso son progresivamente mayores de la clase I a la clase VIII; así la clase I reúne todas las características y condiciones de la tierra óptima para cualquier explotación agrícola, con altos rendimientos en las cosechas y el menor riesgo de deterioro de las tierras. La clase II posee cualidades menos favorables y su productividad es menor, con mayores costos de operación. En las clases III y IV se reduce la productividad y se incrementan los riesgos y los costos, a tal punto que en la clase IV, los cultivos comerciales pueden convertirse en una actividad riesgosa. La clase V tiene limitaciones severas que restringen su uso a determinadas épocas del año o que se pueden utilizar mediante costosas prácticas de adecuación. Las clases VI y VII tienen limitaciones severas y muy severas, las tierras son aptas para plantas nativas o árboles de

sitio y cultivos específicos que requieren prácticas de conservación intensivas y los costos de operación son muy elevados. La clase VIII agrupa tierras con limitaciones muy severas a extremadamente severas, no son aptas para cultivos y solamente deben ser utilizadas para vida silvestre, investigación, recreación y conservación de los recursos naturales.

Las subclases son divisiones de las clases y agrupan tierras que tienen igual número y grados similares de limitaciones y riesgos en su uso. Las subclases son cinco: (t) pendiente, (e) erosión, (h) humedad (s) suelos y (c) clima; se designan añadiendo una letra minúscula a continuación de la clase y se pueden presentar solas o en combinación. La mayoría de los limitantes son permanentes (pendiente, clima desfavorable); sin embargo, algunos pueden ser temporales y corregibles (ejemplo encharcamientos) que pueden eliminarse con prácticas adecuadas (drenando).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Las unidades de aptitud que se presentan, se definieron mediante el Sistema de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso o Sistema Americano de las 8 Clases desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos – USDA, 1965, adaptado (IGAC, 2001); el cual se adecuó de manera muy general para el presente estudio y de acuerdo a la información edafológica existente (del mapa de suelos del INEGI, conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1:250 000 Serie II, 2008); donde la clasificación de los suelos está referida al sistema de clasificación FAO (Base de Referencia para los Suelos del Mundo. FAO/UNESCO, 1998).

En la elaboración y escogencia de los criterios utilizados para conformar las características y los factores limitantes, solo se consideró el primer suelo “el dominante” (Grupo1, de la base de datos del INEGI - Serie II, 2008). Así, esta clasificación solo contempla algunos aspectos generales (limitantes) relacionados con el suelo dominante que afectan directamente la producción, sin considerar los factores socio-económicos.

De esta manera, se utilizaron condiciones ambientales (particularmente algunas de las condiciones del suelo, relacionadas en la **Tabla 5**, consideradas como factores limitantes (grados de limitación) tanto para el uso agrícola, pecuario como forestal a que pueden destinarse las tierras. Es decir, se relacionan las condiciones ambientales y las características de los suelos a las que el hombre tiene que afrontar al transformarlas o adaptarse a ellas para aprovechar mejor el suelo y demás recursos para el establecimiento y desarrollo de las distintas actividades agrícolas, ganaderas y silvícolas, sin deterioro del suelo por prolongados periodos de tiempo.

Tabla 5. Clases de aptitud y grados de limitación de las tierras¹⁵

Limitación	Erosión o Susceptibilidad (e)		Humedad (h)	Suelos (s) Característica Física y Química	
	Erosión (e)	Topografía Pendiente (t) (%)	Drenaje Natural (dr)	Profundidad Efectiva (pe)	Fertilidad (f)
I	No hay	0 – 3	Bien Drenado Mod. Bien Drenado	Muy Profundo Profundo	Alta
II	No hay Ligera	0 – 3 3 – 7	Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado	Muy Profundo Profundo	Alta Media
III	No hay Ligera	0 – 3 3 – 7 7 – 12	Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado	Profundo Mod. Profundos	Alta Media Baja
IV	No hay Ligera Moderada	0 – 3 3 – 7 7 – 12 12 – 25	Mod. Excesivo Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado; Pobre. Drenado	Profundo Mod. Profundos Superficiales	Alta Media (m) Baja (b) Muy baja (mb)
V	No hay	0 – 3 3 – 7	Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado, Pobre Drenado Muy pobre Dren.	Muy Profundo Profundo Mod. Profundos Superficiales Muy superficiales	Alta Media Baja Muy baja
VI	No hay Ligera Moderada	0 – 3 3 – 7 7 – 12 12 – 25 25 – 50	Mod. Excesivo Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado, Pobre Drenado Muy pobre Dren.	Muy Profundo Profundo Mod. Profundos Superficiales Muy superficiales	Alta Media Baja Muy baja
VII	No hay Ligera Moderada Severa	0 – 3 3 – 7 7 – 12 12 – 25 25 – 50 50 – 75	Excesivo Mod. Excesivo Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado, Pobre Drenado. Muy Pobre. D	Muy Profundo Profundo Mod. Profundos Superficiales Muy superficiales Ext. Superficiales	Alta Media Baja Muy baja
VIII	No hay Ligera Moderada Severa Muy Severa	0 – 3 3 – 7 7 – 12 12 – 25 25 – 50 50 – 75 > 75	Excesivo Mod. Excesivo Bien Drenado Mod. Bien Drenado; Imp. Drenado, Pobre. Drenado Muy Pobre. Drenado	Muy Profundo Profundo Mod. Profundos Superficiales Muy superficiales Ext. Superficiales	Alta Media Baja Muy baja
LS: Ligeramente Susceptibles a inundación = Frecuencia Raras. MS: Moderadamente susceptibles a inundación = Frecuencia Ocasionales. AS: Altamente Susceptibles a inundación = Frecuencia Regulares			Mod. Bien Drenado: Moderadamente Bien Drenado. Imp. Drenado: Imperfectamente Bien Drenado Pobre. Drenado: Pobrementemente Bien Drenado	Mod. salino – sódico: Moderadamente e salino – sódico	
(t). Pendientes; (dr). Drenaje natural; (i). Susceptibilidad a inundaciones; (e). Susceptibilidad a la erosión; (pe). Profundidad efectiva.					

¹⁵ Solamente se analizaron para este estudio las limitantes que se relacionan en esta tabla.

Esta clasificación es aplicable en términos generales para fines agropecuarios, forestales y de conservación, y reúne aspectos que determinan el uso más adecuado para cada zona y algunas prácticas recomendadas; constituyéndose como ya se mencionó en una herramienta básica para los planes de desarrollo agropecuario y forestal.

El Sistema Metodológico de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso permite la agrupación de varias Clases de suelos, cartografiados en la carta general de suelos, en unidades que tienen las mismas clases y grados de limitaciones y que responden de manera similar a los mismos tratamientos.

Las CLASES en este sistema de clasificación son ocho y se designan con números romanos del I al VIII. Las limitaciones de uso van aumentando progresivamente de la clase I a la clase VIII; de tal manera que la clase I reúne todas las características y condiciones de tierras óptimas para cualquier producción agrícola, pecuaria y forestal, con altos rendimientos en las cosechas y el menor “riesgo de deterioro” de las tierras.

La clase II posee cualidades menos favorables y su productividad es menor con relación a la clase I. En las clases III y IV se reduce la productividad y se incrementan los riesgos y los costos, a tal punto que en la clase IV, los cultivos anuales pueden convertirse en una actividad riesgosa.

La clase V es una clase especial y tiene limitaciones severas que restringen su uso a determinadas épocas del año o que se pueden utilizar mediante costosas prácticas de adecuación o con un alto costo ambiental y social.

Las clases VI y VII tienen limitaciones severas y muy severas para cultivos anuales, las tierras son aptas para plantas nativas (vegetación natural) o árboles de sitio (plantaciones naturales o introducidas) y cultivos específicos que requieren prácticas de conservación intensivas y los costos de operación son muy elevados.

La clase VIII agrupa tierras con limitaciones muy a extremadamente severas, no son aptas para cultivos y solamente deben ser utilizadas para vida silvestre, investigación, conservación de los recursos naturales y en recreación bien reglamentada y dirigida.

Las SUBCLASES son divisiones de las clases y agrupan tierras que tienen igual número y grado similar de limitaciones y riesgos en su uso.

Las subclases son cinco: (t) pendiente¹⁶, (e) susceptibilidad a la erosión, (h) humedad (s) suelos y (c) clima; éste último contemplado para el análisis de manera general de acuerdo a las unidades climáticas presentadas en la **Figura 9** y sus atributos climáticos mencionados en las clases de clima presentadas como propuestas climática regional, al final del tópico de clima, los cuales no son mencionados en cada una de las clases, por lo que no fue calificado a nivel de subclase; las subclases se designan añadiendo una letra minúscula a continuación de la clase y se pueden presentar solas o en combinación. La mayoría de los limitantes son permanentes (pendiente, clima desfavorable); sin embargo algunos pueden ser temporales y corregibles (encharcamientos, fertilidad) que pueden eliminarse con prácticas adecuadas (drenajes, fertilización / abonamientos).

¹⁶ Tomada en cuenta para este estudio

Es importante señalar que la información, asociada a la base de datos de la carta general de suelos del INEGI, que se puede derivar es genérica, en este caso para fines prácticos se agrupó y clasificó, de acuerdo a los criterios definidos en las **tablas 6 a 8**. En la **tabla 8** se presentan los rangos utilizados para definir las clases por pendiente, y los grados de susceptibilidad a inundaciones, variables estas que completan la base de datos utilizada para definir la aptitud de las tierras en este estudio.

Tabla.6. Criterios de fertilidad (f)

FERTILIDAD - GRADO	CRITERIOS
1. Alta.	Phaeozem – Vertisoles - Leptosoles.
2. Moderada (fmod).	Otros suelos
3. Baja (fb).	Acrisoles - Nitosoles.

Tabla 7. Criterios de Profundidad efectiva (pe)

PROFUNDIDAD - Grado	CRITERIOS
1. Profundo > 100cm	Grupo1: Fluvisoles – cambisoles – Umbrisoles - Pheozems
2. Moderadamente profundo 50-100 cm.	Grupo 1: Vertisoles – Nitosoles – Acrisoles - Luvisoles
3. Muy Superficiales y superficial <-50cm	Grupo1: Leptosoles y líticos, Leptosoles– Regosoles - Gleisoles

Tabla 8. Clases de pendiente del terreno (t)

Clases de Pendiente (%)	Descripción
0 – 3 %	Plano a ligeramente plano
3- 7	Ligeramente ondulado
7 - 12	Moderadamente ondulado
12 - 25	Fuertemente ondulada
25 - 50	Fuertemente quebrada
50 - 75	Moderadamente escarpada
>75	Fuertemente escarpada

Con base en los criterios definidos en las **tablas 6 a 8** se calcularon en formato raster los mapas de fertilidad y profundidad efectiva. Completan la base de datos para la definición y delimitación de las clases y subclases de aptitud de las tierras y el mapa de pendientes del terreno, este último fue calculado a partir de un modelo digital de elevaciones, con resolución espacial de 15 metros. Con base en estas variables y los criterios que definen los limitantes para cada clase y

subclase de aptitud (que se muestran en la **tabla 5**), se calcula el mapa de subclases de aptitud de tierras. El cálculo se hace mediante el diseño de un algoritmo condicional que se implementa a través del programa ERDAS Imagine, versión 10.0. El mapa de clases de aptitud se generó agrupando mediante un modelo heurístico simple, las subclases que pertenecen a cada clase y mediante la aplicación de un filtro de 100 hectáreas, se delimitaron y conformaron las unidades mínimas de mapeo cartografiadas en las subclases de tierras por capacidad de uso.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE TIERRA POR CAPACIDAD DE USO

Los mapas correspondientes a las clases **Figura 37** y subclases **Figura 38**, muestran la distribución y delimitación de acuerdo con la capacidad de uso de las tierras de la ZE; en la **Tabla 9** se describen de manera general algunas características y limitaciones principales de los suelos, el uso recomendado y algunas prácticas de manejo para las unidades de tierra de acuerdo a su aptitud.

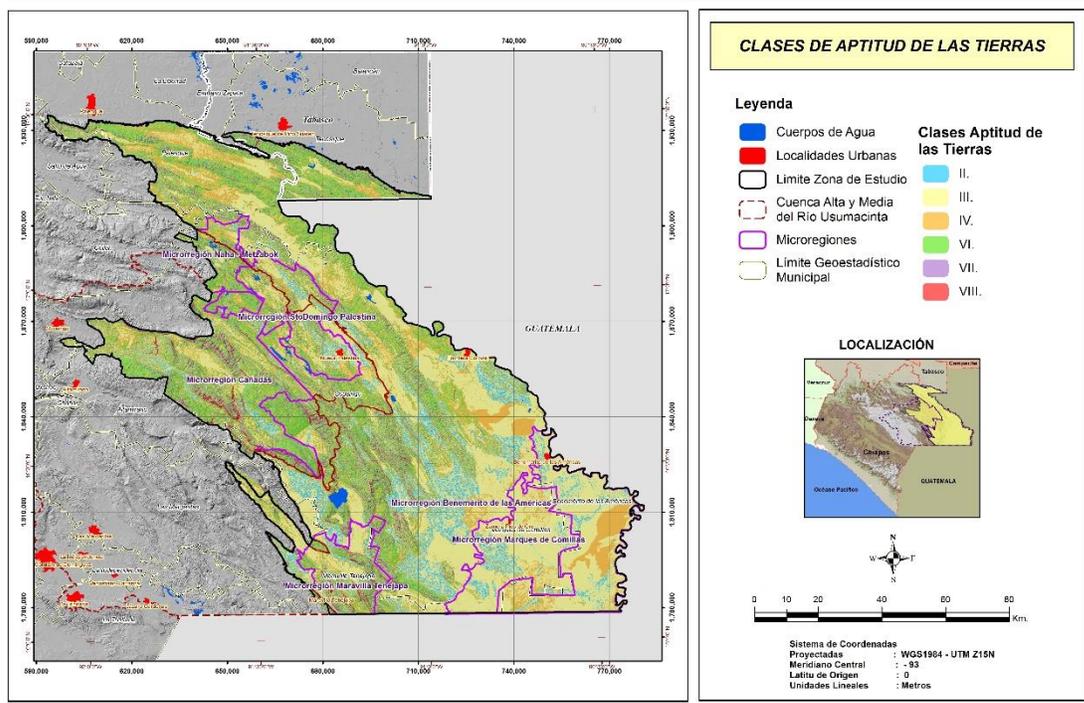


Figura 37. Clases de Aptitud de las Tierras

En ZE se presentan predominantemente 6 tipos de clases de aptitud de tierras (**Figura 37**), a saber: la **clase II** interviene con una extensión de 92,065 Ha que equivalen al 7.03%; la **clase III** ocupa una extensión de 484,123 Ha que corresponden al 36.97%, la **clase IV**, con una extensión de 272,448 Ha, que equivalen al 20.80%. Completan el área de estudio las tierras de las la **clase VI** con una extensión 336,929 Ha que representan el 25.73%; la **clase VII** con una extensión de 94,559 Ha, que representan el 7.22%, y la **clase VIII** con una extensión de 29,513 Ha, que representan solamente el 2.25% (**Figura 39**).

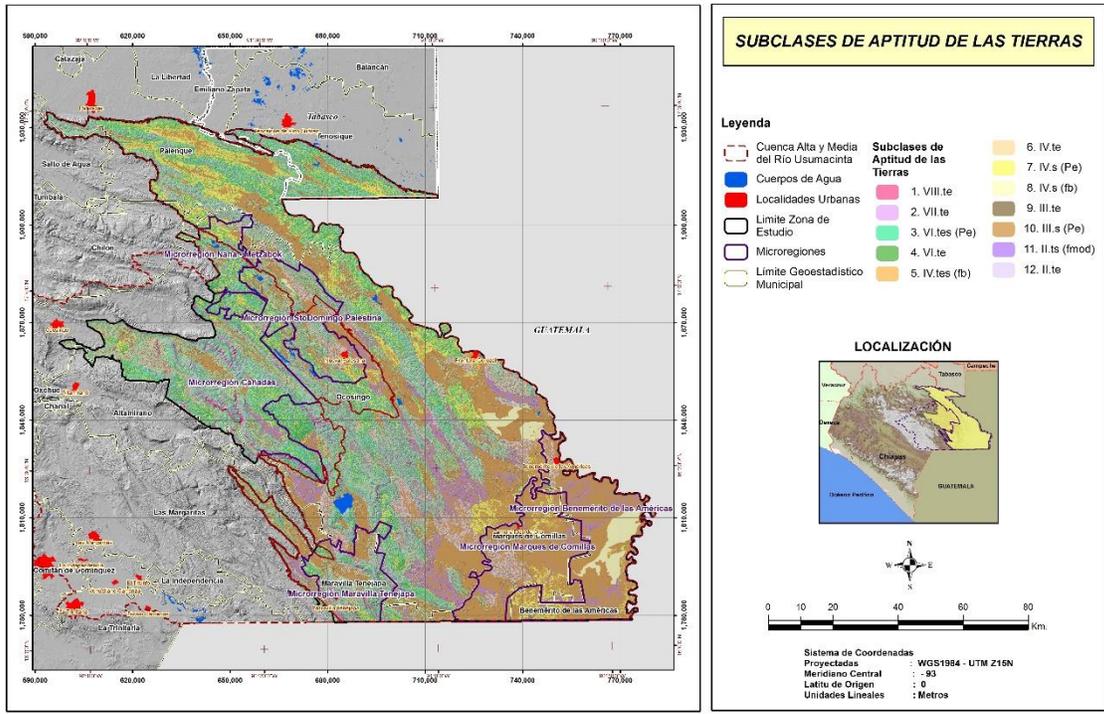


Figura 38. Subclases de Aptitud de las Tierras

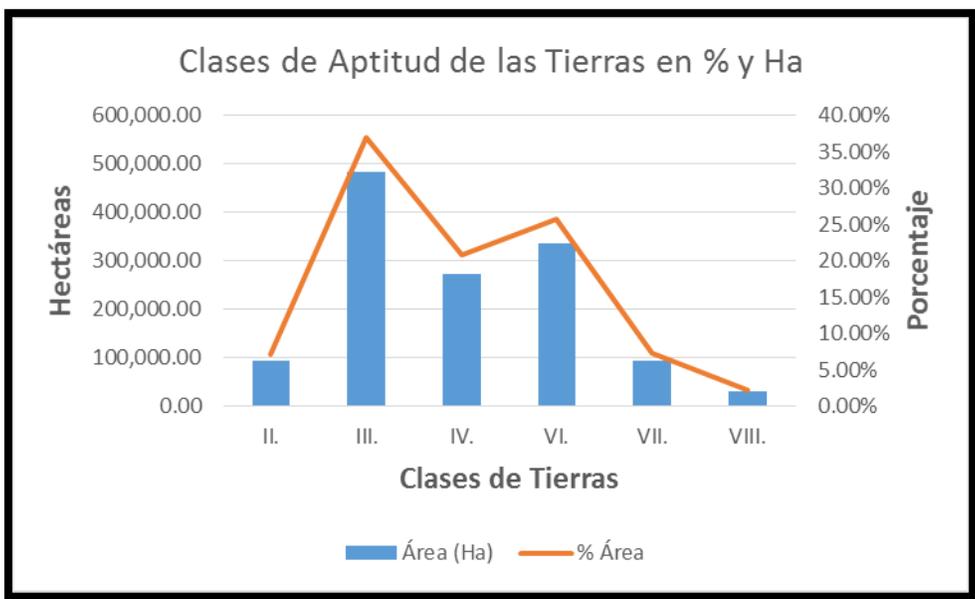


Figura 39. Área de Clases de Aptitud de Tierras en (Ha y %)

Se presentan predominantemente a esta escala muy general los 12 tipos de subclases de aptitud de tierras encontradas en la ZE, las cuales se representan en áreas en hectáreas y porcentaje ver **Figura 40**.

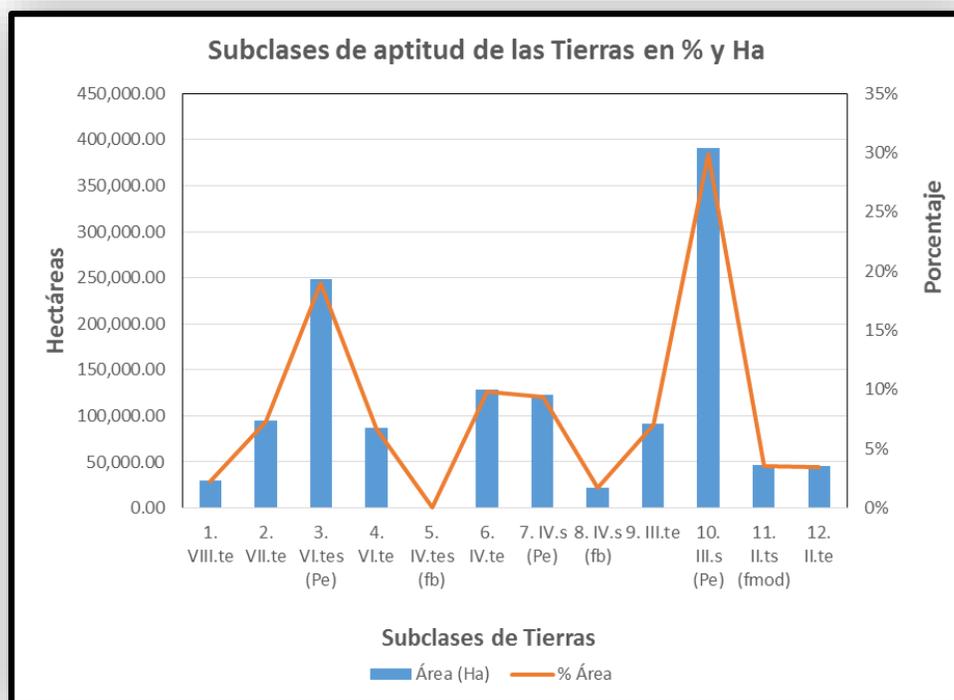


Figura 40. Área de Subclases de Aptitud de Tierras en (Ha y %)

Tabla 9. Clases y subclases por capacidad de uso de las tierras y sus principales características y limitaciones.

Código	Clases y Subclases	Principales Características de los Suelos	Principales Limitantes de Uso	Uso Recomendado	Prácticas Generales de Manejo y Conservación
1	VIII te	Drenaje natural bien drenado a moderadamente excesivo, muy superficiales.	Muy poca profundidad efectiva (<10cm), limitada por la roca dura, o material altamente calcáreo con abundantes fragmentos de roca y presencia de afloramientos rocosos, muy alta susceptibilidad a la erosión y pendientes fuertemente escarpadas > del 75%.	No tienen aptitud agropecuaria ni forestal. Son tierras aptas para la conservación y recuperación de la vegetación natural y vida silvestre.	Se debe impedir a toda costa que la cobertura natural existente de bosques sea intervenida (donde exista), así como el establecimiento de cualquier tipo de actividad antrópica. Proteger la vegetación natural y permitir la regeneración de la misma para la conservación de los suelos y de los demás recursos naturales.
2	VII te	Drenaje natural bien drenado, superficiales, texturas medias y finas, reacción ácida a neutra.	Poca profundidad efectiva (< de 25 cm.), limitados por roca dura o material calcáreo, alta susceptibilidad a la erosión y pendiente moderadamente escarpadas (50 - 75%).	Conservación, vida silvestre, protección; principalmente para actividades silviculturales con fines de protección-conservación y producción bajo la modalidad de sistemas agroforestales	Conservar y proteger la vegetación natural existente en estas tierras altamente susceptibles a la degradación. Implementar planes de recuperación y conservación de suelos que logren mantener el ecosistema en equilibrio.

3	VI tes (pe)	Muy superficiales a superficiales, limitados por roca dura en los primeros 25cm; bien drenados	Poca profundidad efectiva (<25 cm.), pendientes (25-50%) fuertemente, alta susceptibilidad a la erosión, presencia de roca dura.	Conservación de la vegetación natural de bosques y la vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Plantaciones silvícolas con especies propias de la región, árboles de maderas preciosas y en sistemas agroforestales con pastos mejorados y vida silvestre.	Implementar prácticas intensas de conservación y de uso y manejo de suelos, conservar la vegetación natural aún existentes y reforestar con especies nativas; manejos agroforestales, uso de pastos mejorados con buen manejo de potreros y con prácticas que incluyan rotación de potreros, evitar el sobrepastoreo y la sobre carga de ganado y manejo de aguas de escorrentía.
4	VI te	Moderadamente profundo y profundos, drenaje natural bien drenado, fertilidad variada.	Pendientes fuertemente quebradas (25-50%) y moderada a alta susceptibilidad a la erosión y adicionalmente en menor grado presentan limitaciones por acidez y baja fertilidad en algunos suelos.	Sistemas agroforestales y en sectores de menor pendiente agricultura anual (maíz-fríjol, hortalizas). Igualmente son aptos para ganadería (pastos de corte) y para bosques protectores - productores, silvicultura.	Realizar prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos encaminados al desarrollo de sistemas agroforestales, evitar las actividades agropecuarias tradicionales, incentivar la siembra de especies forestales, conservar las coberturas naturales existentes de bosques.
5	VI tes (fb)	Moderadamente profundo a profundos, drenaje natural bien drenado y fertilidad baja	Pendientes (25-50%) fuertemente quebradas y moderada a alta susceptibilidad a la erosión y limitaciones por acidez y baja fertilidad.	Ganadería con pastos mejorados y sistemas agroforestales. Igualmente en silvicultura y para bosques protectores y protectores-productores; y conservación y preservación de la vegetación natural.	Implementar prácticas intensas de manejo de los sistemas pecuarios, introducir especies de pastos mejorados y forrajeras, aplicación periódica de fertilizantes y cal, manejo de aguas de escorrentía, permitir la regeneración de la vegetación secundaria y reforestar con especies nativas.
6	IV te	Profundos a moderadamente profundos y algunas veces superficiales, fertilidad variada de baja a alta y drenaje natural bien drenado.	Pendientes fuertemente onduladas (12-25%), moderada a alta susceptibilidad a la erosión; adicionalmente y en menor grado, algunas veces presentan limitaciones por poca profundidad efectiva, acidez y baja fertilidad.	Cultivos, ganadería semi-intensiva y sistemas agroforestales. Igualmente en silvicultura y para bosques protectores y protectores-productores y conservación y preservación de la vegetación natural.	Implementar prácticas intensas de manejo de los sistemas agrícolas, pecuarios y de conservación de suelos como manejo de aguas de escorrentía, siembras en contorno, sistemas agroforestales, utilizar barreras vivas (forrajeras), rotación de potreros, evitar sobre carga de ganado e introducir especies de pastos mejorados (de corte).
7	IV s (pe)	Superficiales a moderadamente profundos, fertilidad moderada a alta, pobremente a imperfectamente drenados y de texturas finas y medias.	Poca profundidad efectiva de los suelos (menor a 50cm), limitada por el nivel freático (saturación de agua).	Ganadería con pastos mejorados y cultivos que se adapten a las condiciones de alta humedad y saturación de agua, en silvicultura y sistemas agroforestales.	Adecuación de tierras para evitar las inundaciones y los encharcamientos, profundizar el nivel freático e implementar canales de drenaje (zanjas), rotación de potreros y de cultivos y labranza en condiciones adecuadas de humedad.
8	IV s (fb)	Profundos a moderadamente profundos, drenaje natural bien drenado, con altos contenidos de aluminio y baja saturación de bases.	Alta saturación de aluminio, baja saturación de bases, muy fuertemente ácidos, muy bajos contenidos de nutrientes y baja fertilidad.	Sistemas silvopastoriles, ganadería extensiva con pastos mejorados, plantaciones forestales, reforestación con especies propias de la región y conservar la vegetación natural existente.	Aplicaciones periódicas de cal y fertilizantes de fórmula completa, incorporación de materia orgánica al suelo, mantener la cobertura vegetal existente, reforestar con especies nativas y exóticas.
9	III te	Profundos a moderadamente profundos, texturas medias a finas, drenaje natural bien drenado y fertilidad moderada.	Ligera a moderada susceptibilidad a la erosión, pendiente 7-12%, moderadamente ondulado, moderados contenidos de nutrientes.	Cultivos adaptados a las condiciones climáticas y edafológicas, ganadería semi-intensiva o semiestabulada, especies forrajeras, frutales, plantaciones forestales y	Siembras en curvas de nivel y en surcos en sentido transversal a la pendiente, ganadería semiestabulada, rotación de potreros, aplicación de

				establecimiento de sistemas agroforestales.	fertilizantes, conservar la vegetación natural existente.
10	III s (pe)	Moderadamente profundos a profundos, fertilidad variada de alta a baja, moderados a bien drenados y texturas finas y medias.	Moderada a poca profundidad efectiva, limitados por la roca continua y adicionalmente en menor grado presenta pedregosidad y relieves ligeramente planos con pendientes 0-3% a ligeramente ondulados con pendientes 3 - 7 %.	Agricultura diversificada con cultivos anuales, semipermanentes y permanentes adaptados a las condiciones agroclimáticas, pastos mejorados para ganadería semi-intensiva o semi-estabulada, frutales, plantaciones forestales y sistemas agroforestales	Se requieren algunas prácticas de manejo y conservación como siembra en sentido transversal a la pendiente, eliminar la práctica de quemas, combinación de cultivos limpios con permanentes, fertilización técnica, manejo de praderas, rotación de potreros, evitar el sobrepastoreo.
11	II ts (fmod)	Profundos a muy profundos, texturas medias y finas, drenaje natural bien y moderadamente drenado, fertilidad moderada.	Moderados contenidos de nutrientes, pendientes ligeramente onduladas 3-7% y fertilidad moderada.	Cultivos diversificados anuales, semi-perennes y perennes adaptados a la zona, plantaciones, agroforestería, frutales y ganadería semi-intensiva (semi-estabulada).	Fertilización según necesidades del cultivo y acorde con el análisis de suelos, rotación de cultivos y potreros, siembra de pastos mejorados.
12	II te	Profundos y moderadamente profundos, texturas medias y finas, bien a moderadamente drenado y fertilidad moderada.	Pendientes ligeramente onduladas 3-7%, ligera susceptibilidad a la erosión y moderados a altos contenidos de nutrientes.	Cultivos anuales, semi-perennes y perennes adaptados a las condiciones agroclimáticas y de la zona, agroforestería, frutales y ganadería semi-intensiva	Fertilización técnica - acorde con el análisis de suelos y las necesidades del cultivo, rotación de cultivos y potreros, siembra de pastos mejorados (pastos de corte), rotación de potreros, ganadería semi-estabulada.

REFERENCIAS

- ◆ BURGA, J.D. Diccionario geológico. Arth Altuna. Grouting. Geotechnical & Instrumentation, Perú, 2011.
- ◆ CABRERA, J., CUC, P. Diagnóstico Socio-ambiental de la Cuenca del Río Usumacinta. Proyecto Conflicto Cooperación Ambiental en Cuencas Internacionales Centroamericanas. Universidad de Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica. Costa Rica, 2002.
- ◆ CARABIAS, J., J. DE LA MAZA Y R. CADENA (coords.). 2015. Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias, México, Natura y Ecosistemas Mexicanos, 2015.
- ◆ CICA (Centro Informático Científico de Andalucía, España (cap. 2). M^a Isabel Fonseca Galván (ed-0151) <https://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0151-01/capitulos/cap2.htm>
- ◆ CONTRERAS V, H. Reseña de la Geología del Sureste de México, Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. Superintendencia de exploración. Petróleos mexicanos, Coatzacoalcos. Veracruz.
- ◆ FERNÁNDEZ - EGUIARTE A., J. ZAVALA-HIDALGO., ROMERO-CENTENO R. 2010. Atlas Climático Digital de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>
- ◆ FOMIX: Retos para la sustentabilidad en la Cuenca Baja del Río Usumacinta en Tabasco: ecosistemas, cambio climático y respuesta social (CCGSS, 2013-2015).
- ◆ GONZÁLEZ, P. Los ríos de Tabasco. Consejo Editorial del Gobierno de Tabasco. México, 1981.
- ◆ GORE, 1992; DARNELL y DEFENBAUGH, 1990. General Facts about the Gulf of Mexico. Resource Database for Gulf of Mexico Research <http://www.gulfbase.org/facts.php>
- ◆ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA – INEGI. 2008. Geografía de México. Manual. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. INEGI, Dirección de capacitación.
- ◆ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA – INEGI. 2008. Conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1: 250 000 Serie II (Continuo Nacional). <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/default.aspx>
- ◆ INSTITUTO GEOGRÁFICO “AGUSTÍN CODAZZI”. IGAC. 2002. Manual de códigos de atributos de los levantamientos de los recursos de la tierra. Bogotá – Colombia.

- ◆ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). Junio-1999. Base de Datos Geográficos. Diccionario de datos geológicos. Escala 1:50,000. (Vectorial). México, D.F.
- ◆ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). Junio-1999. Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Geológicos. 1:1'000,000 (Vectorial). México, D.F.
- ◆ IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- ◆ PADILLA Y SÁNCHEZ R. J. 2007. Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LIX, Núm. 1, 2007, P. 19-42
- ◆ PATIÑO R. J. Y OTROS. 2013. Provincia Petrolera Cinturón Plegado de Chiapas. Pemex Exploración y Producción Subdirección de Exploración.
<http://www.cnh.gob.mx/rig/PDF/Cuencas/Cintur%C3%B3n%20Plegado%20de%20Chiapas.pdf>
- ◆ PETRÓLEOS MEXICANOS (PEMEX). Pemex Exploración y Producción. Subdirección de Exploración. Provincia Petrolera Sureste (Salina del Istmo, Reforma-Akal y Macuspana). Versión 2.0, 2013.
- ◆ RZEDOWSKY, J. Vegetación de México, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 1998, Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Séptima Reimpresión.
- ◆ TEJADA, G., Vocabulario Geomorfológico. AKAL / Diccionario. Madrid – España. 1994.
- ◆ TNC, 1998a. Base de datos del Parque Nacional Sierra del Lacandón. The Nature Conservancy. Guatemala.
- ◆ SAAVEDRA, A. Y CASTELLANOS, L. Estudio “La Clasificación Fisiográfica de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta”. (2013). CENTROGEO – FORDECYT. (Sin publicar).
- ◆ SAAVEDRA, A., LÓPEZ D. Y CASTELLANOS, L. Región media de la Cuenca del Río Usumacinta México. CDMX, México. 2015.
- ◆ SAAVEDRA, A. Y CASTELLANOS, L. Análisis Fisiográfico Región Del Bajo Usumacinta México. CDMX. México, 2013.
- ◆ SERRATO, P. 2007a. Los cañones colombianos: una síntesis geográfica. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, Oficina CIAF.

- 
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM). Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales. (UNIATMOS). Centro de Ciencias de la Atmosfera. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/>
- 
 SOIL SURVEY DIVISION STAFF. 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- 
 USDA. 1993. Soil Survey Division Staff. Soil Survey Manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. Despoiled In: <http://soils.usda.gov/technical/manual/download.html>
- 
 USGS. Science for a Changing World. U.S. Geological Survey. <http://ncgmp.usgs.gov/>
- 
 VILLOTA, H., Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de las Tierras. Bogotá: IGAC. 1992. 258p.
- 
 VILLOTA, H., 1992. "El sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno". Revista CIAF, 13(1): 55-70. Santa Fe de Bogotá.
- 
 VILLOTA, H., 1997. "Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno". Revista CIAF, 15(1): 83-117. Santa Fe de Bogotá.
- 
 VILLOTA, H., Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de las Tierras. Bogotá. D.C. IGAC. Segunda Edición, 2005.
- 
 WORLD SOIL RESOURCES Report 60, prepared and published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1983. Reprinted with corrections, 1990 ISB 92-5103022-7.
- 
 ZINCK, A. Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Santa Fe de Bogotá. 1987.