



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO**  
POSGRADO EN GEOGRAFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFIA AMBIENTAL  
CAMPO DE CONOCIMIENTO - MANEJO INTEGRADO DEL PAISAJE

LA DEGRADACIÓN DE LOS PAISAJES EN LA REGIÓN FISICOGEOGRÁFICA  
OCOTLÁN-VALLE DE ZAMORA

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRA EN GEOGRAFÍA**

PRESENTA:  
**KARLA MIRANDA CHÁVEZ CANELA**

DIRECTOR DE TESIS  
MANUEL BOLLO MANENT CIGA-UNAM

MAYO DE 2023, MORELIA MICHOACÁN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



UNAM –Dirección General de Bibliotecas  
Tesis Digitales  
Restricciones de uso

**DERECHOS RESERVADOS ©  
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), al Posgrado en Geografía y al Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), por darme la oportunidad de realizar un posgrado y formar parte de la máxima casa de estudios del país.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento otorgado durante mis estudios de maestría a través del programa Becas Nacionales.

Al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (PAEP), por los recursos que me fueron brindados para la realización del trabajo de campo necesario para mi investigación.

Al Dr. Manuel Bollo por su apoyo y dedicación, por ser un buen tutor comprometido con mi formación y mi proyecto, por el conocimiento brindado hacia mi persona en este ámbito de la geografía y los paisajes.

A mis sinodales, Dr. Luis Miguel Morales Manilla, Dr. Luis Giovanni Ramírez Sánchez, Dra. Alejandra Espinoza Maya y Dra. Ayesa Martínez Serrano, por tomarse el tiempo de revisar y analizar mi tesis, sus comentarios y el conocimiento adquirido de su parte.

A mis profesores y compañeros de la maestría, con los cuales compartimos de manera virtual tantas horas de conocimiento, juntos nos enfrentamos a la pandemia y aprendimos a seguir delante de diferentes formas y a pesar de las dificultades.

A mis padres por su apoyo infinito y por motivarme a siempre ser mejor persona y cumplir los sueños y metas que me propongo, por educarme con amor e inspirarme la confianza en mí misma para seguir formándome como profesionista. A mis hermanas que siempre están para mí cuando las necesito, ayudando a que no me de por vencida. A mi familia de Morelia, la cual me abrió las puertas de su hogar durante esta etapa, y estuvieron siempre al pendiente de mí.

A la persona más especial, quien estuvo a mi lado desde el primer intento y ahora que e logrado completar mi posgrado, quien me ha visto transformar de Arquitecta a Geógrafa, y complementar mi carrera profesional uniendo estas dos áreas que tanto me gustan, quien estuvo para mí en las buenas, en las malas y en todas, me acompañó en este camino que era nuevo para mí y me apoyo para que nunca me rindiera, gracias a ti por acompañarme en esta travesía y por verme llegar a la meta, gracias, Edgar.

A dios porque sin el nada de esto hubiera sido posible, gracias por ser mi aliado y ayudarme en el camino.

*Karla Miranda Chávez Canela*

## Índice

1- Introducción .....	7
1.1 Objetivos .....	13
2- Aspectos teórico-conceptuales.....	14
4- Materiales y Métodos.....	34
4.1 Los Paisajes fisicogeográficos (antroponaturales) .....	35
4.2 Índice de degradación ambiental.....	35
4.2.1 Matriz de datos originales (MDO) .....	35
4.2.2 Matriz de datos índices (MDI) .....	36
4.2.3 Matriz de datos estandarizados (MDZ).....	43
4.2.4 Matriz de datos categorizados (MDC) .....	44
4.3 Cálculo del índice de degradación ambiental de los paisajes (IDA).....	44
4.4 Problemática ambiental. Intensidad y número de problemas ambientales.....	45
4.5. Áreas de atención prioritaria. ....	48
5- Resultados .....	49
5.1 Paisajes fisicogeográficos (Antroponaturales) .....	49
5.2 Índice de degradación ambiental.....	54
5.2.1 Matriz de datos originales (MDO) .....	54
5.2.2 Matriz de datos índices (MDI) .....	54
5.2.3 Matriz de datos estandarizados (MDZ).....	103
5.2.4 Matriz de datos categorizados (MDC) .....	103
5.3 Cálculo del índice de degradación ambiental de los paisajes (IDA).....	103
5.4. Problemática ambiental. Intensidad y número de problemas ambientales.....	111
5.5. Áreas de atención prioritaria. ....	120
5.6. Conclusiones .....	124
Referencias Bibliográficas .....	126

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Municipios y su superficie en la Región fisicogeográfica.....	18
<b>Tabla 2:</b> Coberturas y usos de suelo, y su superficie en la Región fisicogeográfica.....	24
<b>Tabla 3:</b> Porcentaje de las coberturas de vegetación y uso de suelo por localidad fisicogeográfica.....	26
<b>Tabla 4:</b> Valor propuesto para coeficiente r.....	35
<b>Tabla 5:</b> Grupos y localidades fisicogeográficas.....	49
<b>Tabla 6:</b> Superficie de las localidades f-g y sus polígonos de paisajes en la región.....	51
<b>Tabla 7:</b> Categorías del IACV en la región f-g.....	53
<b>Tabla 8:</b> IACV, por polígono de paisaje.....	55
<b>Tabla 9:</b> Categorías del Índice de actividad industrial en la región f-g.....	57
<b>Tabla 10:</b> Índice de actividad industrial por polígono de paisaje para la región f-g.....	59
<b>Tabla 11:</b> Tipos y grados de degradación del suelo, en la región fisicogeográfica.....	62
<b>Tabla 12:</b> Tipos de degradación, superficie y porcentaje del área total en los polígonos de paisaje.....	63
<b>Tabla 13:</b> Intensidad de la degradación, superficie y porcentaje del área total en polígonos de paisaje.....	65
<b>Tabla 14:</b> Intensidad de degradación de suelo por polígono de paisaje.....	66
<b>Tabla 15:</b> Categorías del Índice de disponibilidad de agua en la región f-g.....	68
<b>Tabla 16:</b> Índice de disponibilidad de agua por polígono de paisaje.....	69
<b>Tabla 17:</b> Categorías del Índice de deforestación en la región f-g.....	71
<b>Tabla 18:</b> Índice de deforestación por polígono de paisaje.....	72
<b>Tabla 19:</b> Categorías de la densidad de población en la región f-g.....	74
<b>Tabla 20:</b> Densidad de población por polígono de paisaje.....	75
<b>Tabla 21:</b> Categorías de la urbanización de los paisajes en la región f-g.....	77
<b>Tabla 22:</b> Grado de urbanización por polígono de paisaje.....	78
<b>Tabla 23:</b> Categorías de la atracción migratoria acumulada en la región f-g.....	80
<b>Tabla 24:</b> Atracción migratoria acumulada por polígono de paisaje.....	81
<b>Tabla 25:</b> Categorías del índice de suficiencia vial (Engel) en la región f-g.....	83
<b>Tabla 26:</b> Índice de suficiencia vial (Engel) por polígono de paisaje.....	84
<b>Tabla 27:</b> Categorías de rezago educativo en la región f-g.....	86
<b>Tabla 28:</b> Índice de rezago educativo por polígono de paisaje.....	87
<b>Tabla 29:</b> Categorías de la tasa de afiliación a servicios de salud en la región f-g.....	89
<b>Tabla 30:</b> Tasa de afiliación a servicios de salud por polígono de paisaje.....	90
<b>Tabla 31:</b> Categorías del índice de servicios básicos en la vivienda en la región f-g.....	92
<b>Tabla 32:</b> Índice de servicios básicos en la vivienda, por polígono de paisaje.....	93
<b>Tabla 33:</b> Categorías de la tasa de actividad económica en la región f-g.....	95
<b>Tabla 34:</b> Tasa de actividad económica por polígono de paisaje.....	96
<b>Tabla 35:</b> Categorías de la población económicamente activa en la región f-g.....	98
<b>Tabla 36:</b> Población económicamente activa por polígono de paisaje.....	99
<b>Tabla 37:</b> Asignación de juicios.....	102
<b>Tabla 38:</b> Fragmento de la MDP.....	103
<b>Tabla 39:</b> Categorías del Índice de degradación ambiental de los paisajes de la Región.....	105
<b>Tabla 40:</b> Categorías del índice de degradación por polígono de paisaje.....	107
<b>Tabla 41:</b> Categorías de la intensidad de los problemas ambientales.....	109
<b>Tabla 42:</b> Categorías de intensidad de problemas ambientales, por polígono de paisaje.....	111
<b>Tabla 43:</b> Categorías de la cantidad de los problemas ambientales.....	113
<b>Tabla 44:</b> Categorías de cantidad de problemas ambientales, por polígono de paisaje.....	114
<b>Tabla 45:</b> Ficha de la problemática ambiental, paisaje VIII.I.2 (Ejemplo).....	117
<b>Tabla 46:</b> Determinación de prioridades por medio de combinaciones.....	118
<b>Tabla 47:</b> Categorías de las prioridades para determinar áreas de atención prioritaria.....	118
<b>Tabla 48:</b> Categorías de las prioridades para AAP, por polígonos de paisaje.....	121

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Ubicación del área de estudio (Mapa base).....	19
<b>Figura 2:</b> Mapa de coberturas y usos de suelo en la región fisicogeográfica.....	23
<b>Figura 3:</b> Expansión del cultivo de agave en Ayotlán, Jal. e Ixtlán de los Hervores, Mich.....	27
<b>Figura 4:</b> Expansión del cultivo de berries en Jocotepec, Jal y Zamora, Mich.....	29
<b>Figura 5:</b> Expansión de cultivos con agricultura de cubierta en la región fisicogeográfica.....	31
<b>Figura 6:</b> Diagrama metodológico. ....	32
<b>Figura 7:</b> Mapa de paisajes fisicogeográficos (antroponaturales).....	48
<b>Figura 8:</b> Categorías del Índice de Antropización de la Cubierta Vegetal .....	56
<b>Figura 9:</b> Categorías del Índice de Actividad Industrial.....	61
<b>Figura 10:</b> Mapa de tipos de degradación de suelo en los polígonos de paisajes.....	63
<b>Figura 11:</b> Mapa de intensidad de la degradación de suelo por polígonos de paisajes.....	67
<b>Figura 12:</b> Mapa de disponibilidad de agua subterránea por polígono de paisaje 2020 .....	70
<b>Figura 13:</b> Mapa del índice de deforestación por polígono de paisaje en la Región f-g. ....	73
<b>Figura 14:</b> Mapa de densidad de población por polígono de paisaje en la Región f-g. ....	76
<b>Figura 15:</b> Mapa de grado de urbanización de los polígonos de paisaje en la región f-g. ....	79
<b>Figura 16:</b> Mapa de atracción migratoria acumulada por polígono de paisaje en la región f-g. ....	82
<b>Figura 17:</b> Mapa del índice de suficiencia vial (Engel) por polígono de paisaje en la Región f-g. ....	85
<b>Figura 18:</b> Mapa del índice de rezago educativo por polígono de paisaje en la Región f-g.....	88
<b>Figura 19:</b> Mapa Tasa de afiliación a servicios de salud por polígono de paisaje en la región f-g.....	91
<b>Figura 20:</b> Mapa índice de servicios básicos de la vivienda por polígono de paisaje en la Región f-g..	94
<b>Figura 21:</b> Mapa de la tasa de actividad económica por polígono de paisaje en la Región f-g.....	97
<b>Figura 22:</b> Mapa de la población económicamente activa por polígono de paisaje en la Región f-g...	100
<b>Figura 23:</b> Coeficientes de ponderación.....	102
<b>Figura 24:</b> Mapa del índice de degradación de los paisajes en la Región f-g.....	108
<b>Figura 25:</b> Mapa de la intensidad de la problemática ambiental en la Región f-g.....	112
<b>Figura 26:</b> Mapa de la cantidad de la problemática ambiental en la Región f-g.....	115
<b>Figura 27:</b> Mapa de áreas de atención prioritaria en la Región f-g.....	120

## 1- Introducción

La crisis ambiental actual está relacionada, sin dudas, con la intensidad de los procesos de antropogenización a que han sido sometidos los paisajes naturales desde el nivel planetario al local. Las acciones del hombre han provocado una sobreexplotación de los recursos naturales, lo cual, nos pone en una situación preocupante pues sus consecuencias son, entre otras, una fuerte degradación ambiental y daños al ambiente físico y social en ocasiones irreversibles.

A partir de 1970 los temas ambientales comienzan a tener relevancia a nivel mundial, debido a la preocupación constante por la llamada crisis ambiental. Por tal motivo este tema ha logrado posicionarse como una problemática importante para la ciencia, formando parte actualmente de agendas de organismos internacionales, de las políticas públicas a nivel nacional, así como en la conciencia y organización ciudadana, todo esto con la intención de poder entender el medio ambiente y buscar soluciones que ayuden a revertir los procesos que amenazan el equilibrio ambiental y la calidad de vida de las personas (Bocco, 2009).

Según Mateo (2019), es de suma importancia prestar atención a los problemas ambientales existentes en la actualidad, para esto la geografía como ciencia que estudia las interacciones naturaleza-sociedad, busca comprender el estado actual y pronosticar el futuro ambiental del planeta entre otras tareas. Los procesos degradantes que ocurren en la actualidad son tan intensos, que se teme que a mediados del siglo XXI se produzca un estado ambiental crítico a nivel mundial, resultado de la forma en que el hombre impone su comportamiento en la naturaleza, lo que traerá como consecuencia la pérdida de las funciones naturales de los geosistemas y la escasez de recursos con un aumento en la degradación ambiental.

La geografía como ciencia que estudia las interrelaciones naturaleza-sociedad, nos permite conocer el entorno que habitamos, analizar el funcionamiento del geosistema natural así como las funciones que le asigna la sociedad que le habita y sus interrelaciones, para de esta manera poder identificar los problemas ambientales existentes en cierto espacio o territorio; así, la geografía le aporta a las ciencias ambientales el conocimiento necesario para identificar los problemas específicos y plantear soluciones que permitan revertir daños y recuperar los paisajes deteriorados o degradados.

Es importante conocer la situación ambiental actual en que se encuentran los paisajes de un territorio, conocer su potencial para diferentes usos del suelo (urbano, agrícola, pecuario, forestal, etc.), si hay compatibilidad o sinergia entre ambos y de esta manera minimizar los procesos



degradantes tanto para el paisaje físico como para la población que les habita. La geografía y la geocología de los paisajes permiten, mediante sus enfoques y métodos, conocer las características y funcionamiento interno de los paisajes, para de esta manera darles un uso óptimo y evitar o disminuir la degradación geocológica.

El estudio de la degradación del paisaje, desde el enfoque geocológico, permite obtener un diagnóstico ambiental, de manera diferenciada para el territorio, el cual muestra los niveles de degradación del paisaje para un momento dado. Estos resultados permitirán diseñar acciones específicas que contribuyan a minimizar la problemática ambiental de acuerdo con el deterioro existente en cada uno de ellos; ello puede contribuir a identificar la necesidad de proyectos futuros sobre planeación y gestión ambiental.

De tal manera se pretende en la presente investigación, poder responder a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los problemas ambientales presentes en esta región?, ¿Cuáles son las principales causas de la degradación ambiental en ella?, ¿Cuáles son los niveles de degradación existentes en la región?

El hombre a lo largo de la historia ha tenido contacto directo con el paisaje natural y se ha apropiado de él tomando los recursos necesarios para sobrevivir, asignándole funciones socioeconómicas de acuerdo con sus necesidades; resultado de esta apropiación los paisajes naturales se transforman en paisajes antroponaturales.

“El caso de la cuenca Lerma-Chapala en general y del lago de Chapala en particular, es un ejemplo fehaciente de cómo los paisajes acuáticos y terrestres se modifican debido a las demandas de un modelo de desarrollo que impone un crecimiento económico con base en la utilización desmedida y mal planificada de los ecosistemas que conforman una región”. (Pedroza y Catalán 2017:15)

Esta región ha tenido transformaciones históricas muy importantes, las cuales han tenido como consecuencia la pérdida de recursos naturales, y la degradación de los suelos, se conoce que:

“El 90% de los suelos de la unidad están afectados por la degradación (1,579.8 km<sup>2</sup>), de ellos, el 73% por degradación química moderada a ligera, con pérdida de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica; el 15% corresponde a erosión hídrica ligera, con pérdida de suelo superficial; el 2% corresponde a suelos con degradación física por pérdida de la función productiva” (Bollo et al., 2019:59).

La intensa actividad agrícola-pecuaria y la expansión no planificada de zonas urbanas han causado graves problemas ambientales en la región Lerma-Chapala, los cuales se ven reflejados principalmente en la pérdida constante de cobertura vegetal y la degradación de suelos, dichas acciones pueden causar con el tiempo daños irreversibles a sus paisajes (IMTA y SEMARNAT 2009) que se manifiestan en enormes pérdidas económicas y de calidad de vida de sus habitantes.

Aunque en la actualidad existen algunos instrumentos de planeación en los cuales se establecen los usos y destinos del suelo, en esta región es de gran importancia conocer los niveles de degradación de los paisajes. Es una región importante económicamente para la Zona Metropolitana de Guadalajara, en la que a lo largo del tiempo ha ocurrido una utilización intensiva del territorio, con usos de suelo incompatibles con sus potencialidades naturales, es importante conocer el nivel de los daños causados al paisaje.

Es necesario identificar entonces la problemática ambiental de la región, obtener los niveles actuales de degradación y proponer acciones que puedan detener o incluso revertir los daños causados; se necesita establecer la situación ambiental de los paisajes resultado de los procesos degradantes que han sufrido en el tiempo. Para desarrollar esta investigación se tomará como base el enfoque geoecológico, el cual posee el arsenal conceptual y metodológico necesarios para abordar el tema de degradación ambiental.

En la actualidad el tema de la degradación ambiental ha tomado gran importancia, debido a que comienzan a ser visibles las consecuencias ambientales que han desencadenado las acciones del hombre, se han realizado investigaciones desde diferentes enfoques y escalas, a nivel global podemos mencionar entre otras: “Evaluación de las tendencias mundiales de los estudios de degradación de la salud ambiental de 1990 a 2018” (Orimoloye y Ololade 2021), “Estudio sobre el cambio climático y la degradación ambiental en Rumanía” (Vass, et.al., 2021), “Subjetividad del Antropoceno y degradación ambiental” (Kidner, 2021), “Esclavitud moderna, degradación ambiental y cambio climático: Pesca, campo, bosques y fábricas” (Brown, et. al., 2021), “Reestimación comparativa de la degradación ambiental y la densidad de población en China: evidencia del enfoque de cambio de régimen de Maki” ( Hussain, et.al., 2021), entre otras.

A nivel regional y local se cuenta con estudios recientes como: “Degradación del paisaje en el mundo y Hungría” (Kertész, y Křeček, 2019), “Detección remota de la degradación del ecosistema en el paisaje de ciénagas y pantanos de los Everglades” (Yuan y Cohen, 2020),

“Cambios paisajísticos y degradación del suelo en el cinturón subalpino del Pirineo Central español” (García, et.al., 2021).

En la América Latina encontramos trabajos que utilizan el enfoque paisajístico o geocológico para determinar la degradación ambiental: “La degradación ambiental de los paisajes en las cuencas tributarias de la ensenada de Sibarimar” (Delgado et al., 2011), Degradación Ambiental de Paisajes Naturales y Expansión Urbana de Viña del Mar. (Romero et al., 2009), “Degradación del paisaje natural en territorios urbanos, medido a través de métricas del paisaje” (Romero et al., 2009).

En México, también se ha avanzado en la utilización de estos enfoques, en particular el enfoque geocológico, se pueden encontrar trabajos como: “La regionalización Fisicogeográfica y la degradación de los paisajes en el estado de Guerrero, México” (Ortiz, 2016) que utiliza como base las unidades de la RFG del estado para la aplicación del enfoque geocológico. En esta investigación se realizó un diagnóstico integral del territorio a partir de su situación ambiental, lo que permitió definir la degradación de los paisajes. También el “Programa de manejo integral de la cuenca del Rio Santiago-Guadalajara” por la SEMARNAT, SEMADET y CIGA (2016), en el cual se trabajó con los componentes natural, demográfico, socioeconómico y sectorial, los cuales en una primera etapa se caracterizaron, para después obtener un diagnóstico integrado, el cual permitió agrupar los principales problemas ambientales encontrados. Todo ello permitió llegar a una etapa de elaboración de propuestas con acciones directas que permiten el desarrollo de las actividades productivas de la cuenca.

Otros trabajos relacionados con este enfoque a escala regional o de cuenca, son, por ejemplo, la Evaluación de la modificación edafo-biógena de los paisajes de la Región Sierra-Costa de Michoacán, México (Mathews, 2008), en el cual se calcula la modificación edafo-biógena de los paisajes, tomando como base la antropización de la cobertura vegetal y la degradación de los suelos; Diagnóstico Geocológico de los paisajes de la cuenca hidrográfica Ariguanabo, Artemisa, Cuba (Miravet, et al., 2014), en el cual se realiza un diagnóstico ambiental a los paisajes de la cuenca, relacionando las unidades de paisaje con los tipos de procesos geocológicos degradantes y los conflictos de uso; Degradación de los geosistemas en la región de Belgorod como resultado de la ocupación económica (Chendev, et al., 2008), en el cual se realizó un análisis para determinar las tasas de degradación antropogénica de los paisajes, estudiando cada componente del entorno fisicogeográfico y previendo el agotamiento del potencial de los recursos naturales.

Dichas investigaciones tienen en común el analizar la degradación ambiental de los paisajes, estos análisis se llevan a cabo desde la geografía del paisaje y el enfoque geoecológico. La característica principal de este enfoque es su carácter holístico, el cual parte de identificar la estructura espacial y el funcionamiento de los paisajes de un territorio con el uso de indicadores e índices ambientales para identificar la problemática ambiental y los niveles de degradación definidos por su estado ambiental.

La presente investigación parte de que los diferentes procesos socioeconómicos y naturales ocurridos en esta región a lo largo del tiempo, han ocasionado una serie de problemas ambientales a los cuales se enfrenta la población que le habita, los cuales reflejan la degradación del paisaje y sus componentes naturales y de los grupos sociales que les habitan. Por tal motivo, se busca en primera instancia, identificar estos problemas ambientales en las unidades de paisaje.

“A partir del proceso de desecación de la laguna de Chapala a principios del siglo XX la Ciénaga de Michoacán toma su configuración actual. El reemplazo de la vegetación nativa para transformar los suelos en áreas de cultivo ha causado la pérdida de biodiversidad y ha provocado un proceso de degradación química y física de los suelos por la intensificación de las actividades agrícolas y la sobreexplotación de las áreas de cultivo y de las destinadas a la ganadería. Un dato muy alarmante es que el promedio de degradación de suelos en la región es del 95% y sólo el 5% muestra daños no aparentes” (Dávila, 2013:9).

La degradación ambiental no sólo se manifiesta en el componente suelo, sino en todos los componentes del sistema paisajístico, tanto en el paisaje físico, como en los grupos sociales que los utilizan y se manifiesta mediante la existencia de problemas ambientales, los cuales son consecuencia del uso inapropiado del territorio y la explotación desmedida de recursos naturales. Por tal motivo se considera importante que el territorio debe estar sujeto a procesos de planificación territorial (Bocco et al., 2010).

Los problemas ambientales según Mateo (2002), son resultado de una combinación de acciones del hombre sobre la naturaleza, las cuales desarticulan la estructura y el funcionamiento de los paisajes naturales, esto dificulta el cumplimiento de sus funciones socioeconómicas. Los principales problemas ambientales que se manifiestan en la actualidad son: contaminación del aire agua y suelo, erosión, agotamiento de recursos hídricos, erosión, degradación de suelo, inundaciones y pérdida de biodiversidad, así como la pérdida de las condiciones socioeconómicas de sus pobladores.

Gran parte de esta región fisicogeográfica, se conforma por la llamada cuenca Lerma Chapala, la cual representa una región estratégica para el desarrollo de México, sin embargo

“...la dinámica de crecimiento socioeconómico que la caracteriza, en las últimas décadas, la lleva a enfrentar severos problemas relacionados con la degradación y el deterioro del medio ambiente, constituyendo el uso y la explotación de sus recursos naturales hoy en día, más que una oportunidad, una limitante para su desarrollo...”. (IMTA y SEMARNAT 2009:6)

Según Dávila (2013), en esta región han ocurrido cambios históricos importantes, como la desecación progresiva de los humedales de la Laguna de Chapala, y la introducción de la ganadería extensiva, han ocurrido también recientemente cambios drásticos en los usos de suelo, entre ellos la sustitución de la agricultura tradicional por el uso agrícola intensivo.

Todas estas acciones y algunas otras malas prácticas han desencadenado históricamente diferentes procesos que generan problemas ambientales los cuales contribuyen a la degradación ambiental de sus paisajes.

La investigación y los resultados que serán obtenidos en la presente investigación, pueden ser utilizados como apoyo a los instrumentos de ordenamiento territorial, con los que se puede llegar a optimizar el uso y ocupación del territorio; pueden constituir una herramienta para que los tomadores de decisiones y la sociedad establezcan proyectos y acciones para revertir, los procesos degradantes en sus paisajes.

## ***1.1 Objetivos***

### Objetivo general

Determinar los problemas ambientales y los niveles de la degradación ambiental de los paisajes fisicogeográficos (antroponaturales) que conforman la región fisicogeográfica Ocotlán – Valle de Zamora.

### Objetivos particulares

- Caracterizar los paisajes antroponaturales de la región fisicogeográfica, como base espacial para la evaluación de la degradación.
- Realizar un diagnóstico que permita identificar los problemas ambientales existentes en la región, que puedan estar asociados a los procesos de degradación ambiental.
- Establecer los niveles de degradación de los paisajes de la región fisicogeográfica a partir de indicadores naturales, antropogénicos, demográficos y socioeconómicos.

## 2- Aspectos teórico-conceptuales

La degradación ambiental es causada principalmente por el hombre y amenaza hoy en día a las estructuras sociales, es un tema muy extenso en el cual se engloban problemas ambientales de contaminación, escases del agua, pérdida de biodiversidad, degradación del suelo, extinción de animales, deforestación, desertificación, calentamiento global, cambios atmosféricos, residuos peligrosos, etc., (Choudhary et al., 2015).

El paisaje o geosistema es considerado un sistema ambiental, como todo sistema complejo, posee una estructura y funcionamiento propio. Al verse afectado por procesos degradantes comienza a perder su estabilidad por falta de autorregulación, lo cual le impide sostener dicho funcionamiento, se manifiestan entonces los problemas ambientales resultado de la degradación de los paisajes y de sus componentes, lo que se manifiesta en una pérdida de las condiciones socioeconómicas. Por ello, es importante tomar al paisaje como unidad de análisis para estudiar los niveles de degradación, establecer que procesos degradantes le afectan, y cómo se reflejan en cambios de dicha estructura y funcionamiento y en los grupos sociales que les habitan (Gress, 2015).

La degradación ambiental se ha convertido en una preocupación común de la humanidad en las últimas décadas debido a la sobreexplotación de recursos lo que podría ocasionar que el sistema tierra no funcione de manera eficaz (Shrinkhal, 2019).

La degradación ambiental se estudia, desde diferentes disciplinas, por ejemplo, como degradación de la tierra desde la edafología. Sin embargo, en las últimas décadas se ha utilizado en geografía el enfoque geocológico para el estudio de la degradación de los paisajes por las ventajas de ser un enfoque sistémico y holístico. En general, se abordan las investigaciones desde la pérdida de atributos del paisaje y de cada componente natural, causada principalmente por la sobreexplotación de los recursos naturales. El enfoque geocológico evalúa el sistema paisajístico, resultado de la interacción de los componentes de la naturaleza, de manera integrada, y los problemas ambientales que son consecuencia de esos procesos degradantes. En geología la degradación ambiental no se evalúa solamente la pérdida de las propiedades del paisaje sino también de la calidad de vida de los grupos sociales que les habitan, es decir en el contexto naturaleza - sociedad

El suelo es la capa natural de la superficie terrestre donde el hombre habita y realiza las actividades para su supervivencia, en ocasiones este es sobreexplotado y este uso inadecuado

ocasiona que pierda sus propiedades y altere su funcionamiento. Semarnat (2014 p: 90), define la degradación del suelo como “...una serie de procesos desencadenados por las actividades humanas que reducen su capacidad actual y/o futura para sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del aire y agua y preservar la salud humana...”. Pero la degradación del suelo refleja solamente la degradación de un componente del sistema. En el paisaje, se produce la degradación de todos los componentes, lo que crea problemas sociales y económicos, por ello, desde la geoecología se propone el estudio de la degradación de todos los componentes naturales y sus efectos para la sociedad y su economía integrándolos.

Dentro de la geografía ambiental, es la geoecología del paisaje la que mediante su perspectiva multidisciplinar permite valorar el estado actual de los paisajes, su funcionamiento, procesos y características internas, lo cual facilita el diagnóstico integral de su situación ambiental (Mateo et al., 2017).

La geoecología del paisaje y el conjunto de métodos que definen al enfoque geoecológico, se ha reafirmado, gracias a que su visión permite interpretar el medio exterior, y brinda información útil para entender el medio interior de los sistemas ambientales, de esta manera contribuye a la planificación ambiental mediante estrategias de optimización para el uso y gestión de cualquier unidad territorial (Mateo et al., 2017, Mateo, 2019).

El enfoque geoecológico propio de la geoecología del paisaje, con el cual se trabaja en la presente investigación, se encarga del estudio de los geosistemas naturales y antropogénicos, considerando que el medio ambiente está formado por la interacción entre sistemas humanos, naturales y socio económicos (Bollo, 2018).

En el enfoque geoecológico se estudia la degradación ambiental como sinónimo de degradación del paisaje, considerando al paisaje antroponatural como un sistema ambiental en el cual se integran las consecuencias de las acciones humanas. En estos estudios se establecen categorías o niveles de degradación del paisaje integrando la problemática ambiental del sistema; se exponen las causas, las consecuencias y se proponen soluciones para abordar la recuperación de los territorios mediante estrategias y acciones que ayudan a reducir los niveles de degradación y restaurar los paisajes degradados, y mantener o mejorar la condición de los recursos de naturales en los mismos (Mateo y Ortiz 2001, Stanturf, 2021).

El enfoque geoecológico, para el estudio de la degradación del paisaje, trabaja con indicadores biofísicos, antropogénicos, demográficos y socioeconómicos, que permiten medir



cuantitativa y cualitativamente las modificaciones del paisaje (Vargas, 2016). Los indicadores son índices y tasas que ponen en relación valores numéricos los cuales permiten comparar situaciones entre diferentes unidades territoriales (Palacio, 2004). Ellos permiten el cálculo de índices sintéticos que expresan la intensidad de la problemática ambiental y el estado de los paisajes.

La degradación del paisaje la definen Mateo y Ortiz (2001) como:

“la pérdida de aquellos atributos o propiedades sistémicas de los paisajes que garantizan el cumplimiento de determinadas funciones socioeconómicas y de su potencial, de los mecanismos de autorregulación, regeneración y capacidad productiva, que ocurren debido a la aparición o intensificación de procesos degradantes”. (p. 40)

La degradación ambiental se estudia desde la visión de la geoecología del paisaje y sus herramientas metodológicas; mediante sus métodos y técnicas es posible analizar la estructura y el funcionamiento de los paisajes lo cual ayuda a comprender las causas de la degradación de los territorios (Bertani, 2011).

De tal manera, en el presente proyecto se tomará como tema principal la degradación ambiental de los paisajes del área de estudio sinónimo de degradación de los paisajes, esto debido a que se analizará el fenómeno de la degradación ambiental, tomando como unidad geográfica espacial las unidades de la tipología del paisaje fisisocogeográfico o antropogénico a escala regional.

A lo largo del tiempo se ha estudiado al paisaje desde diferentes escuelas geográficas, desde diferentes enfoques. Para esta tesis se tomará como base la definición de paisaje de la escuela ruso-alemana, la cual desarrolló la geografía del paisaje que se encarga del estudio de los paisajes fisisocogeográficos y antropogénicos.

Los paisajes fisisocogeográficos son aquellos paisajes naturales que a pesar de haber sido transformados por la acción humana aún conservan cierto grado de naturalidad (relación directa con la naturaleza, y capacidad de regenerarse naturalmente), estos paisajes están conformados por la integración de componentes o elementos naturales interrelacionados (relieve, clima, agua, suelo, aire, vegetación, entre otros), lo cual forma un sistema integral con funcionamiento propio.

Sin embargo, los paisajes fisisocogeográficos en el territorio de estudio han sido modificados y transformados por la actividad del hombre (antropogénica), por ello para fines de esta investigación se utilizarán los conceptos de paisaje natural (fisisocogeográfico) y paisaje antroponatural y antropogénico. El primero es aquel resultado de la interacción de los componentes de la naturaleza sin presencia de la acción humana, los siguientes, son paisajes que resultan del

proceso de modificación y transformación de los paisajes naturales por la sociedad. Cuando se introducen elementos antropogénicos al paisaje natural, estos modifican su estructura y componentes naturales, lo que puede provocar su degradación.

La geografía del paisaje es la encargada del estudio de los paisajes naturales, clasifica y cartografía los paisajes fisicogeográficos, analiza su estructura, sus propiedades, dinámicas y distribución espacial para de esta manera poder entender su comportamiento, posteriormente mediante la valoración de estos paisajes diseñar estrategias y acciones que permitan optimizar el uso y el manejo del territorio.

La geoecología de los paisajes estudia los paisajes naturales, antroponaturales y antropogénicos, resultado de las acciones del hombre sobre el paisaje natural al asignarle funciones sociales (Milkov 1973), (Isachenko 1973), (Nikolaev 2000), (Kasimov, 1998), (Golubev, 1998), (Timashev, 1999).

“La geoecología de los paisajes entiende al medio ambiente como un sistema complejo, en el cual los paisajes naturales han servido como base para el desarrollo de la sociedad, la cual, durante el proceso de apropiación ha provocado cambios en dichos paisajes. Así surge la teoría del paisaje antroponatural o antropogénico la cual fue desarrollada por la escuela ruso-soviética. (Bollo, et al., 2021:4)

La geografía del paisaje y la geoecología, juegan un papel importante en las investigaciones relacionadas con el ordenamiento territorial, planeación y gestión ambiental, se basan en la aplicación de métodos y técnicas para el análisis ambiental de los paisajes fisicogeográficos. La utilidad del enfoque geoecológico en la planeación ambiental, se debe a que en la actualidad es cada vez más necesaria estudiar la integración naturaleza-sociedad con un enfoque sistémico, debido a los procesos tan complejos que esta relación produce, (Espinoza y Bollo 2015). Establecer la degradación de los paisajes y su situación ambiental es parte importante de los estudios de ordenamiento y gestión ambiental de un territorio.

Existen diversos métodos para clasificar y cartografiar los paisajes fisicogeográficos, a escala regional existe la Regionalización fisicogeográfica (RFG) y la Tipología fisicogeográfica (TFG), estas son dos formas de identificar los paisajes en un mismo espacio geográfico (Bollo, et al., 2015).

La Regionalización Fisicogeográfica (RFG) consiste en una subdivisión de la superficie terrestre en grandes complejos con unidad interna, homogeneidad relativa, los cuales son unidades

únicas que solo existen en una ubicación geográfica. La Tipología Fisicogeográfica (TFG) es una clasificación en la cual se definen los paisajes por analogía de sus características y propiedades. Así las unidades espaciales de la RFG son unidades irrepetibles en el espacio, son individuos fisicogeográficos, mientras que las unidades de la TFG son unidades repetibles en el espacio sin importar la distancia a que se encuentren. Las unidades de la RFG se establecen por asociación de unidades de la TFG según los métodos de la clasificación y cartografía de las unidades de la Regionalización Fisicogeográfica (Isachenko, 1974, 1991).

En 2015 se realizó una propuesta de regionalización fisicogeográfica para el territorio mexicano (Bollo et al., 2015), en la cual se determinó que los niveles taxonómicos superiores de la regionalización fisicogeográfica son: la Provincia fisicogeográfica, el Territorio, el País y el Subcontinente; y los niveles inferiores: la Subprovincia, el Distrito y la Región fisicogeográfica. Dicha regionalización agrupa 1 Subcontinente, 5 Países, 10 Territorios y 15 Provincias fisicogeográficas en México.

La unidad base de la regionalización es la región fisicogeográfica, esta se define como un sistema complejo o unidad homogénea, con integridad espacial que comparte en su interior características comunes (Mateo y Bollo, 2016). Su homogeneidad facilita el manejo y análisis del territorio, esto permite que la región fisicogeográfica pueda ser utilizada como base espacial en estudios relacionados con “...diagnósticos y evaluaciones ambientales, en la planificación ambiental y territorial, en la estructuración de planes de desarrollo, entre otros estudios a nivel regional...” (Espinoza y Bollo 2017:3)

El área de estudio de esta investigación fue delimitada en 2019 como resultado del proyecto PAPIME PE302015: Caracterización de las regiones fisicogeográficas del estado de Michoacán, un material de base para la docencia en Geografía y ciencias afines, el producto se publicó en la obra: Las regiones fisicogeográficas de Michoacán de Ocampo, por la editorial del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, CIGA, UNAM, obra en la cual se encuentra la delimitación de las regiones fisicogeográficas del estado de Michoacán, así como las principales características fisicogeográficas y socioeconómicas de cada una de ellas (Bollo et al., 2019).

En la presente tesis se utilizará como área de estudio la región fisicogeográfica, La Región fisicogeográfica Ocotlán – Zamora de Hidalgo – Cerro el Encinal (Valle de Zamora) (X.53.B.d), en la cual se analizará el fenómeno de degradación ambiental de los paisajes a partir de las unidades

de paisajes de la tipología fisicogeográfica que la conforman, es decir, se tomará como base espacial la diferenciación tipológica de los paisajes al interior de esta región.

### 3- Área de estudio. Características fisicogeográficas

La Región fisicogeográfica Ocotlán – Zamora de Hidalgo – Cerro el Encinal (Valle de Zamora) (X.53.B.d), a partir de ahora Ocotlán-Valle de Zamora que es el nombre abreviado, es parte del distrito fisicogeográfico La Ciénega – Sahuayo – Lago de Chapala (X.53.B), este distrito pertenece a la subprovincia fisicogeográfica Depresión de Chapala (X.53), que a su vez se encuentra dentro de la provincia fisicogeográfica Eje Neovolcánico Transmexicano (X), y tiene una superficie total de 4,860.43 km<sup>2</sup>, (Figura 1).

En la región se encuentran parte de los estados de Michoacán y Jalisco, comparten la superficie un 18% Michoacán y un 82% Jalisco, al interior de la región se encuentran parcial y totalmente un total de 35 municipios, (Tabla 1).

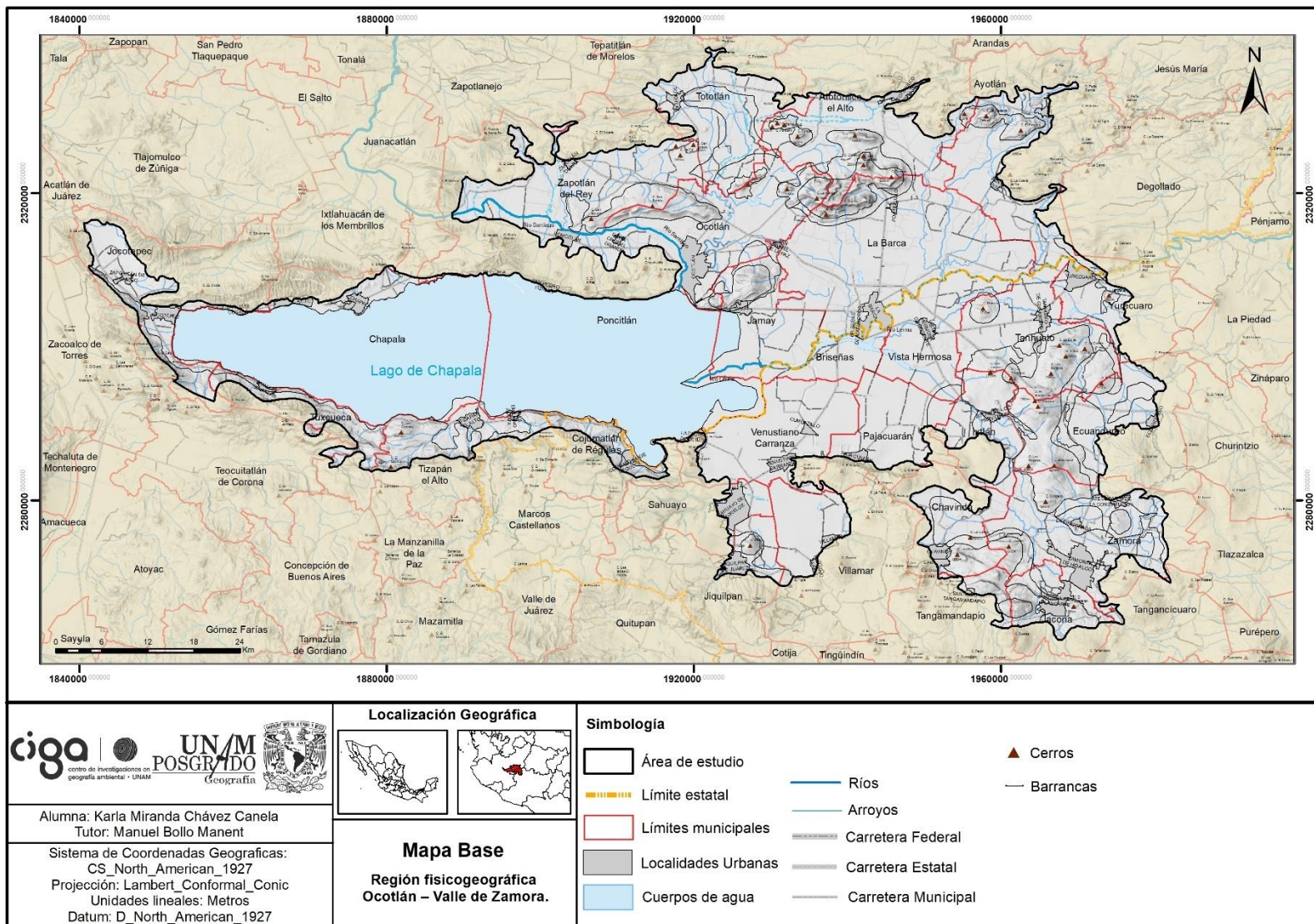
**Tabla 1:** Municipios y su superficie en la Región fisicogeográfica.

Región fisicogeográfica			
Michoacán		Jalisco	
Municipio	Área km <sup>2</sup>	Municipio	Área km <sup>2</sup>
Zamora	250.42	Poncitlán	636.95
Tanhuato	226.33	Chapala	548.20
Venustiano Carranza	193.61	La Barca	414.92
Ecuandureo	174.67	Ocotlán	240.80
Vista Hermosa	146.47	Atotonilco el alto	226.12
Pajacuaran	122.72	Zapotlán del Rey	223.26
Chavinda	96.15	Ayotlán	186.87
Ixtlán	90.98	Tototlán	179.12
Villamar	90.54	Jamay	161.51
Jacona	77.40	Jocotepec	118.01
Briseñas	67.18	Tizapán el alto	103.08
Yurécuaro	62.71	Tuxtueca	60.06
Jiquilpan	46.98	Teocuitatlán de Corona	6.46
Cojumatlán	41.04	Zapotlanejo	2.28
Sahuayo	32.48	Degollado	0.61
S. Tangamandapio	26.84	Ixtlahuacán de los M.	0.44
Tangancícuaro	5.32	Zacoalco de Torres	0.09
Marcos Castellanos	0.03		

*Fuente:* Elaboración propia.

Los climas predominantes en la región son el templado semicálido (A2c) que se extiende en las planicies y abarca un 95.1%, y templado templado (A2b) que se encuentra cerca de los lomeríos y abarca un 4.1% del área total.

**Figura 1:** Ubicación del área de estudio (Mapa base)



Fuente: Elaboración propia, delimitación de Bollo et al., 2019, Datos de: INEGI, (2020, 2010),

El relieve de la región se conforma principalmente de la megaforma de relieve conocida como Depresión de Chapala la cual está constituida por extensas llanuras cercanas al lago de Chapala (Bollo et al., 2019).

La región fisicogeográfica se asocia con parte de la región hidrográfica Lerma – Chapala siendo sus principales corrientes el río Lerma, el río Santiago y el río Duero. Entre las principales presas destacan El Junco, Duero, El Colorín y Álvarez. En la región se encuentra un complejo sistema de canales que conforman los distritos de riego 024-Cienega de Chapala, 061-Zamora, 087-Rosario-Mezquite en el estado de Michoacán y el 013-Estado de Jalisco (INEGI, 2010, CONAGUA, 2019).

Se cuenta con la presencia de un importante cuerpo de agua en la región, el Lago de Chapala que es el lago más grande de México y el tercero más grande de América Latina, está ubicado entre varios sistemas de montañas; al norte está limitado por las sierras de Atotonilco y al sur por las sierras de Pajacuaran. Se alimenta principalmente de los ríos Lerma, Santiago y Duero. El lago tiene una dimensión de 80 km largo por 23 km de ancho y una superficie total de 1,050.34 km<sup>2</sup>. Se encuentra situado en una zona de clima subtropical, con una altura media de 1,525 metros sobre el nivel del mar (CONAGUA, 2015, Helbig, 2003, CEA-Jalisco).

El Lago de Chapala es considerado un sitio Ramsar (humedal de importancia internacional); la misión de estos sitios es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo (CREHO, 2020). El Lago de Chapala es de vital importancia pues es la fuente de agua más grande del país, funciona como zona de refugio, alimentación, hibernación y reproducción de aves silvestres (acuáticas migratorias). El lago cumple los criterios (C), para ser considerado sitio Ramsar, entre los cuales se pueden mencionar:

“C2 sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas; C3 sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada; C5 sustenta de manera regular una población de 2000 o más aves acuáticas; C7 sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonas, etapas del ciclo biológico, interacciones de especies y/o poblaciones que son representativas de los beneficios y/o los valores de los humedales y contribuye de esa manera a la diversidad biológica del mundo; C8 es una fuente de alimentación importante para peces, es una zona

de desove, un área de desarrollo y crecimiento y/o una ruta migratoria de la que dependen las existencias de peces dentro o fuera del humedal”. (Gutiérrez, et al., 2008, p.4-7)

La litología en la región fisicogeográfica está conformada por montañas formadas por rocas ígneas (dacita, andesitas basálticas, basaltos, ignimbrita, riolita y gabros) y rocas del complejo vulcanógeno sedimentario (calizas, lutitas, areniscas y limonitas) (INEGI, 1988). Presenta principalmente paisajes de origen volcánico, hay presencia de numerosos domos de lava con altitudes entre 1,580 m y 1,880 m en los municipios de Chavinda, Ecuandureo, Ixtlán, Jacona, Jiquilpan, Jamay, Tangamandapio, Tizapán el Alto, Tanhuato y Zamora; volcanes escudo en alturas entre 2,080 m y 2,210 m en los municipios de Tanhuato y Ecuandureo; conos de ceniza en Tanhuato y Zamora. Se encuentran en la región dos manifestaciones geotérmicas, los geiseres en el municipio de Ixtlán de los Hervores, y los Negritos en el municipio de Villamar (INEGI, 2011a).

En la región se aprecian fallas y fracturas de dirección predominante este-oeste en los municipios de Tuxcueca, Ayotlán, Tototlán, Cojumatlán, Zapotlán del Rey, Venustiano Carranza y Pajacuaran, las fallas más importantes en los municipios de Jocotepec en dirección noroeste-suroeste y en los municipios de Tuxcueca y Tizapán el Alto, en dirección este-oeste, en los municipios de Tanhuato y Ecuandureo, una falla en dirección noroeste-suroeste y atravesando los municipios de Ecuandureo y Zamora se ubica otra falla importante en dirección noroeste-suroeste; la falla de mayor tamaño en la región se encuentra entre los municipios de Ocotlán y Zapotlán el Rey en dirección este-oeste (INEGI, 2011b).

Los suelos predominantes en la región son los Vertisoles estos suelos se encuentran en un 62% su superficie y los Phaeozem que se distribuyen en el 13% de la región. También se encuentran en la región otros tipos de suelo, entre ellos, Luvisoles, Leptosol, Luvisol, Lixisol y Solonchak; el Mapa de tipos de suelo se encuentra en Anexo 1.1 (INEGI, 2007).

En la actualidad encontramos en la región solamente dos tipos de vegetación natural, bosque de encino (pino-encino) y selva baja caducifolia, los cuales ocupan en superficie un total de 83.78 km<sup>2</sup> lo cual equivale al 1.72% del área total de esta.

El bosque de encino (*Quercus*) es considerado una comunidad vegetal característica principalmente de zonas montañosas, aunque se puede encontrar también en zonas húmedas, estos bosques tienen una gran relación con los bosques de pinos; los bosques de pino-encino, comparten características ecológicas y son muy frecuentes en México (comunes en el Eje Neovolcánico Transversal); se hallan en altitudes entre 1,200 y 2,800 msnm, su precipitación media anual varía



de 600 a 1,200 mm, la temperatura media anual va de 10 a 26° C y la altura de sus árboles varía entre 2 y 30 m, alcanzando en ocasiones los 50 m. Estos bosques se encuentran entre los tipos de vegetación más afectados por el hombre, por su clima y características favorables para el desarrollo de la agricultura, han sido sustituidos principalmente por agricultura de temporal (Rzedowski, J., 2006).

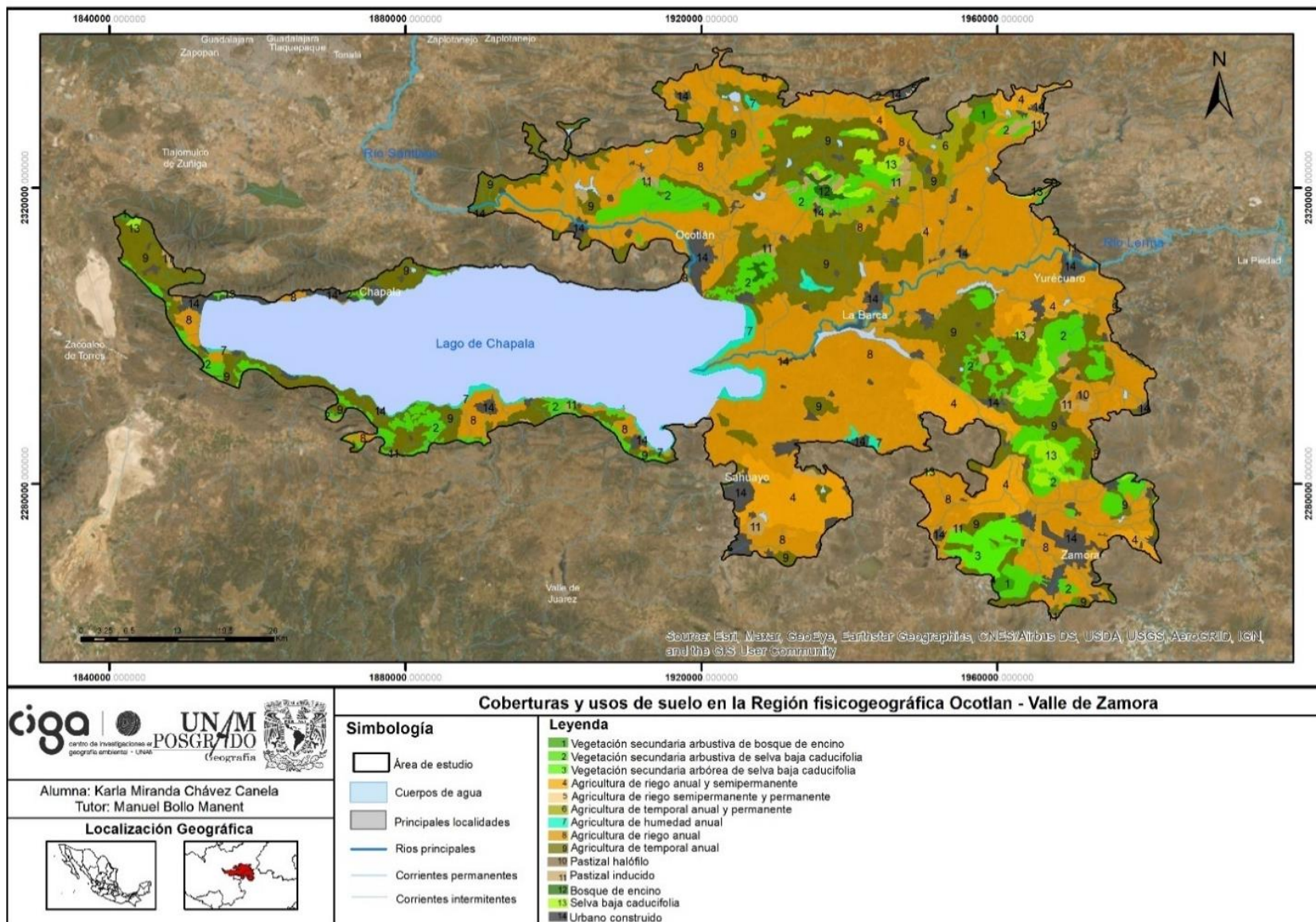
La selva baja caducifolia (bosque tropical deciduo o selva subhúmeda) es una comunidad vegetal conformada por arboles pequeños (entre 15 y 30 m), que pierden sus hojas durante la época seca del año (diciembre a mayo); es propia de climas cálidos y tienen una diversidad única siendo habitat de especies silvestres endémicas, su precipitación varía entre los 300 y 1,200 mm y la temperatura promedio entre 20 a 29 °C. Estas selvas se han visto amenazadas en los últimos años principalmente por la deforestación a gran escala y los efectos que causa el turismo (CONABIO, 2021).

Anteriormente se podía encontrar en la región vegetación de humedal en los alrededores del Lago de Chapala (Popal y Tular), debido a la intervención del hombre y el uso que le ha dado al suelo, en la actualidad se ha sustituido por pastizal inducido y agricultura de humedad anual. Es importante mencionar que existía una superficie mayor de agricultura de humedad anual puesto que el lago en los últimos años de seca había perdido extensión y estaba siendo aprovechada de esta manera, pero en el año 2021 aumentaron notablemente las precipitaciones en la zona y el Lago de Chapala subió sus niveles tomando superficie de lo que era utilizado para agricultura de humedad anual.

La región fisicogeográfica está conformada por 14 tipos de coberturas y usos de suelo, además de la superficie ocupada por los cuerpos de agua, en el siguiente mapa se observa la distribución espacial de las coberturas y usos de suelo y en la tabla las superficies y el porcentaje del área total de la región, (Figura 2, Tabla 2).

La cobertura y uso con mayor presencia en la región es la agricultura de riego anual, la cual ocupa un 35.16% del área total de la región con una superficie de 1,709.09 km<sup>2</sup>, se distribuye en la parte noroeste y suroeste de la región fisicogeográfica, en las grandes planicies al este del Lago de Chapala. A continuación, se encuentran los cuerpos de agua, los cuales ocupan una superficie importante (1,077.67 km<sup>2</sup>) equivalente al 22.17% de la región, gran parte de esta superficie es la ocupada por el Lago de Chapala (1,050.34 km<sup>2</sup>).

**Figura 2:** Mapa de coberturas y usos de suelo en la región fisiogeográfica



Fuente: Elaboración propia, actualizado de INEGI (2016), con imagen Sentinel 2 (ESA, 2021).

En tercer lugar, con un 18.03% de la región y una superficie de 876.16 km<sup>2</sup>, se encuentra la agricultura de temporal anual, distribuida de manera dispersa en varias áreas de la región alrededor del Lago de Chapala, y en lomeríos de la parte norte de la región. La vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia ocupa el 7.45% de la región, con una superficie de 362.33 km<sup>2</sup>, ubicándose cerca de las partes más altas de la misma. Por su superficie (265.78 km<sup>2</sup>) la agricultura de riego anual y semipermanente ocupa el siguiente lugar con un 5.47% del área total ubicándose en las laderas de las principales elevaciones de la región.

**Tabla 2:** Coberturas y usos de suelo, y su superficie en la Región fisicogeográfica.

Cubiertas y Usos de Suelo			
Clave	Nombre	Área km <sup>2</sup>	% del área total
1	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	15.17	0.31
2	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	362.33	7.45
3	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	42.75	0.88
4	Agricultura de riego anual y semipermanente	265.78	5.47
5	Agricultura de riego semipermanente y permanente	0.67	0.01
6	Agricultura de temporal anual y permanente	76.99	1.58
7	Agricultura de humedad anual	46.58	0.96
8	Agricultura de riego anual	1709.09	35.16
9	Agricultura de temporal anual	876.16	18.03
10	Pastizal halófilo	1.28	0.03
11	Pastizal inducido	61.38	1.26
12	Bosque de encino	10.67	0.22
13	Selva baja caducifolia	73.11	1.50
14	Urbano construido	240.78	4.95
0	Cuerpos de agua	1077.67	22.17

*Fuente:*Elaboración propia, con información de INEGI 2016.

Las superficies urbanas ocupan un 4.95% de la región fisicogeográfica, con una superficie de 240.78 km<sup>2</sup>, los centros urbanos con mayor superficie son: Ocotlán, Sahuayo, Zamora, Yurécuaro y Jocotepec. La agricultura de temporal anual y permanente con un 1.58% de la región extendiéndose sobre una superficie de 76.99 km<sup>2</sup>.

Se encuentran cubiertas de selva baja caducifolia el 1.50% de la región, en una superficie de 73.11 km<sup>2</sup>, sobre áreas dispersas en los municipios de Zamora, Ecuandureo, Tanhuato, Atotonilco el Alto, la Barca, Ocotlán y Jocotepec. El pastizal inducido por su parte se encuentra en una superficie de 61.38 km<sup>2</sup>, equivalente al 1.26% de la región y se puede encontrar en pequeñas superficies a lo largo de toda la región.

Hay presencia de cubiertas y usos de suelo que ocupan menos del 1% de la región, entre las cuales se encuentran: la agricultura de humedad anual con un 0.96% y una superficie de 46.58 km<sup>2</sup>,

esta se ubica principalmente en los alrededores del Lago de Chapala. La vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, con un 0.88% del territorio (42.75 km<sup>2</sup>) se puede encontrar en los municipios de Santiago Tangamandapio, Chavinda y Zamora; la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino con un 0.31% de la región y una superficie de 15.17 km<sup>2</sup>, la cual se encuentra dispersa en los municipios de Ayotlán, Santiago Tangamandapio, Jacona y Jocotepec. El bosque de encino ocupa el 0.22% de la región, extendiéndose sobre una superficie de 10.67 km<sup>2</sup>, se encuentra en dos zonas en los municipios de Ocotlán, Atotonilco el Alto y Jamay; con un 0.03% se encuentra el pastizal halófilo, que ocupa una superficie de 1.28 km<sup>2</sup> en el municipio de Ecuandureo. Las cubiertas y usos de suelo que tienen menor presencia en la región con un 0.01%, son la agricultura de riego semipermanente y permanente en una superficie de 0.67 km<sup>2</sup>, se ubican en el municipio de Atotonilco el Alto. En la tabla 3 se presentan los porcentajes de los usos de suelo por localidades fisicogeográficas, (Tabla 3).

Los usos de suelo y coberturas vegetales fueron obtenidos de la Serie VI del Continuo Nacional de uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000, (INEGI, 2016), y actualizados mediante una imagen Sentinel 2 con fecha del 23 de Julio de 2021 (ESA, 2021). Debido a la escala de los datos hay algunos usos que no son visibles en la cartografía. Con el trabajo de campo se detectaron algunos usos importantes, como parte de la agricultura de riego anual y agricultura de riego anual y semipermanente se aprecian superficies con cultivos de agricultura protegida o cubierta, y en las superficies de agricultura de temporal anual, agricultura de temporal anual y semipermanente, así como agriculturas de riego anual y semipermanentes, se aprecia la expansión de cultivos de agave.

**Tabla 3:** Porcentaje de las coberturas de vegetación y uso de suelo por localidad fisicogeográfica

L F-G	PLG	Área km <sup>2</sup>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I.I	4	151.1	0.00	2.34	64.59	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	3.25	7.49	0.00	6.05	6.80	8.14	0.69
II.I	8	329.09	0.09	2.70	34.18	12.18	0.79	0.00	1.36	0.00	2.39	22.34	0.00	6.86	0.12	15.97	1.02
III.I	10	169.13	0.32	1.00	25.03	0.00	0.95	0.00	0.00	0.38	16.01	40.57	0.00	2.63	0.00	1.86	11.25
III.II	2	38.79	0.28	0.00	9.32	5.77	0.01	0.00	0.00	0.00	56.80	19.80	0.00	0.00	0.00	0.00	8.02
III.III	1	5.98	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.25	0.00	1.41	0.00	0.00	11.70
III.IV	4	47.1	0.15	0.00	12.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.27	47.75	0.00	12.06	0.00	0.00	8.63
III.V	1	31.49	0.01	0.00	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.75	26.89	4.05	17.11	0.00	0.00	1.22
III.VI	2	21.84	1.29	0.00	5.64	0.00	6.88	0.00	0.00	0.00	79.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.07
IV.I	2	26.48	3.57	0.00	33.37	0.00	0.00	0.00	34.27	0.00	4.27	18.12	0.00	0.13	0.00	0.00	6.28
V.I	1	34.24	0.00	0.00	0.00	1.28	3.25	0.00	0.00	0.00	68.61	17.69	0.00	0.06	0.00	1.69	7.42
V.II	1	36.53	0.00	0.00	0.86	0.00	90.76	0.00	0.00	0.00	0.00	5.46	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92
V.III	1	30.88	1.24	0.00	4.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.35	0.00	0.00	0.00	0.00	15.92
V.IV	1	14.36	0.00	0.00	0.35	0.00	51.03	0.00	0.00	0.00	40.05	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	7.14
V.V	7	2301.18	0.97	0.00	0.58	0.00	7.54	0.03	2.71	1.68	59.62	20.31	0.00	0.41	0.00	0.08	6.07
VI.I	1	6.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	92.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.16
VII.I	2	186.59	0.14	0.00	37.47	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	10.51	46.87	0.00	1.39	0.00	0.00	1.58
VIII.I	5	377.41	0.70	0.27	1.27	0.00	11.85	0.00	0.00	0.93	46.61	23.10	0.00	0.52	0.00	0.72	14.03
IX.I	1	1050.34	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Leyenda: L F-G- Localidad fisicogeográfica, PLG- polígono de paisajes, 1-Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino 2-Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia 3-Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia 4-Agricultura de riego anual y semipermanente 5-Agricultura de riego semipermanente y permanente 6-Agricultura de temporal anual y permanente 7-Agricultura de humedad anual 8-Agricultura de riego anual 9-Agricultura de temporal anual 10-Pastizal halófilo 11-Pastizal inducido 12-Bosque de encino 13-Selva baja caducifolia 14-Urbano construido 0-Agua

*Fuente:* Elaboración propia, con información de Mapa de Coberturas y uso de suelo (Figura 2).

La actividad agrícola es una de las actividades económicas más importantes de la región fisico geográfica; en los estados de Jalisco y Michoacán se encuentran productores de exportación internacional, destacan el estado de Jalisco por ser el mayor productor de tequila, y Michoacán el mayor productor de berries de México, a ellas se asocia una importante actividad industrial.

Se dice que estos estados tienen las condiciones climáticas y edafológicas necesarias para la producción de estos cultivos; en Jalisco aparece la denominación de origen del tequila desde 1974, lo cual ha elevado el valor del paisaje agavero hasta convertirlo en Patrimonio Cultural de la humanidad por la UNESCO en 2006 (Romero, 2021), (IIEG, 2021).

La expansión del cultivo de agave (Agave Tequilana Weber Variedad Azul) ha aumentado considerablemente en los últimos años no solo en el estado de Jalisco sino también en el estado de Michoacán, es el caso de esta región fisico geográfica en la que cada vez es más común encontrar extensos plantíos de agave en todo tipo de paisajes (Figura 3).

**Figura 3:** Expansión del cultivo de agave en Ayotlán, Jal. e Ixtlán de los Hervores, Mich.



*Fuente:* Foto de autora, trabajo de campo 2022.

Las industrias tequileras constituyen una de las actividades económicas más importantes para Jalisco, en la región fisico geográfica se ubicaron un total de 6 industrias importantes dedicadas a la elaboración de bebidas destiladas del agave; a pesar de que estas industrias impulsan la economía del estado y son una importante fuente de empleo no deben dejarse atrás los costos ambientales del agave (INEGI, 2022)

El impacto ambiental que produce el agave va desde la reconfiguración del territorio hasta altos niveles de contaminación, la expansión del cultivo de agave ha provocado una reconversión agrícola acelerada, en la cual no solo se han sustituido cultivos tradicionales, también han desaparecido bosques y selvas pues es necesario el retiro de la cubierta vegetal

nativa (desmonte) para implementar los cultivos de agave. Debido al tiempo necesario para la maduración del agave que va de 6 a 12 años, este cultivo por sí solo trae consecuencias directas al suelo como su degradación y obsolescencia, por erosión hídrica, degradación física y desertificación (Paleta y Aguilar, 2012), (Romero,2021).

Los problemas antes mencionados son tan solo una parte del costo ambiental que origina la producción de tequila, otra parte ocurre cuando después de madurado el agave se procede a su destilación, es ahí donde el proceso y los residuos causan mayor daño a la naturaleza. Una gran cantidad de compuestos químicos sintéticos y elementos naturales potencialmente tóxicos son expulsados al medio ambiente, y pueden tardar cientos y miles de años en desaparecer. El agua es otro de los recursos necesarios para la destilación del tequila y está provocando el agotamiento del agua dulce disponible, además de la contaminación de esta, pues por cada litro de tequila producido se contaminan 10 litros de agua (Informador, 2009).

El proceso de destilación genera gran cantidad de residuos sólidos (bagazo) y líquidos (vinaza) a los cuales se les debe dar un tratamiento adecuado, se sabe que en la actualidad la mayoría de las industrias tequileras rebasan los indicadores de contaminación orgánicos permitidos (Informador, 2009), esto se debe a que a pesar de que los residuos pueden ser utilizados como composta, deben tomarse en cuenta ciertos factores pues, si la cantidad de residuos depositada en el suelo es más de la recomendada, el suelo puede acidificarse y se favorece la erosión. Muchos de estos residuos son vertidos en los ríos por falta de plantas de tratamiento (Índigo, 2020, 2021a, 2021b).

De manera general los problemas ambientales que origina el cultivo del agave son numerosos ya que degrada directamente al suelo y causa un agotamiento de sus nutrientes, desde el “desmonte” para su plantación, el tiempo que tarda el cultivo y el proceso de destilación con sus tantos residuos, estas acciones provocan la pérdida de biodiversidad nativa, la degradación de suelo por erosión y una evidente pérdida de la capacidad de captura de carbono (Romero, 2021).

El estado de Michoacán por su parte coloca a México como la 3<sup>ra</sup> potencia mundial productora de los frutos rojos, también conocidos como frutos del bosque, frutillas o berries. El 97% de las berries de México son producidas en Michoacán y solo el 5% de ellas se quedan

en México, siendo la demás producción exportada a Norteamérica, Europa y China (IAUSA, sf)

En esta región fisicogeográfica se encuentran algunos de los municipios con mayor producción de berries<sup>1</sup> (Figura 4), los principales Jocotepec en Jalisco es el líder nacional en producción de frambuesa, y en Michoacán Zamora el mayor productor nacional de fresa; otros de los municipios con importante producción de berries son Jacona, Tangancícuaro, Vista Hermosa e Ixtlán de los Hervores, donde se produce fresa, zarzamora, frambuesa, arándano y mora azul (Lamsa, 2016).

**Figura 4:** Expansión del cultivo de berries en Jocotepec, Jal y Zamora, Mich.



*Fuente:* Foto de autora, trabajo de campo 2022

Las berries al igual que el agave, se han expandido aceleradamente en esta región fisicogeográfica debido a la producción forzada que logra la cosecha en tiempos no comunes para la exportación internacional, lo cual ha aumentado su rentabilidad. Esto conlleva a la generación de empleos pues en el proceso del cultivo se necesita de una intensiva mano de obra de hasta 900 jornaleros por hectárea, de igual manera se necesita personal que se encargue de empacar el fruto fresco a orillas de las mismas parcelas, sin olvidar que otra parte del fruto se va a las empresas congeladoras donde se procesa para su conservación, estas también necesitan de mucho personal para completar el proceso (Informador, 2019).

A pesar de que la agroindustria de los frutos rojos, tiene una alta rentabilidad e incentiva económica por la generación de empleos, muchas de las empresas son internacionales y no dejan más beneficio en la región, esto sin contar que el tipo de agricultura utilizada para la producción del cultivo de berries es agricultura de cubierta o agricultura

---

<sup>1</sup> Se identificó en la región una superficie de 107.08 km<sup>2</sup> con agricultura de cubierta o protegida.



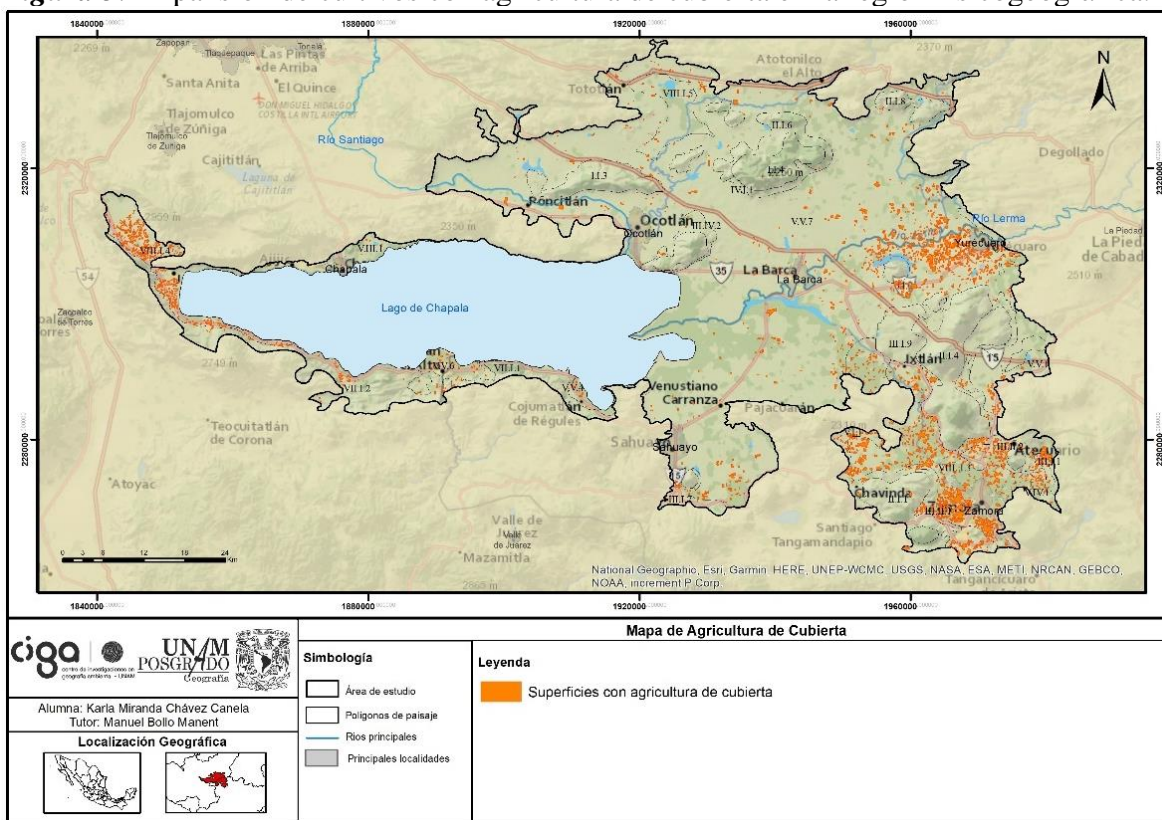
protegida (Figura 5), la cual tiene un costo ambiental, el cual comienza con la sustitución de los paisajes naturales por paisajes donde se introduce infraestructura y plástico.

El cultivo de las berries tiene un alto consumo de agua, la cual, debido al elevado uso de agroquímicos necesarios para inducir el proceso de floración (excesivo uso de agroquímicos para lograr la cosecha en tiempos no comunes y elevar la demanda), contamina el suelo y el manto freático. Además de la huella del plástico, pues al año se utilizan alrededor de 10,800 toneladas de plástico; la cobertura plástica del suelo evita el crecimiento de maleza, y la cobertura externa protege contra los fenómenos naturales extremos (Informador, 2019), (Crecpo, et.al. 2020).

Sin duda este tipo de agricultura tiene muchas ventajas económicas y en la actualidad los productores locales, prefieren rentar sus parcelas a empresas internacionales lo cual les brinda la seguridad de tener ganancias de sus tierras sin riesgo económico, algunos otros se integran como pequeños productores que negocian con estas empresas y van al 50% en todo el proceso de siembra de sus parcelas (FAO, 2013; Thiebaut, 2011).

A pesar de las grandes ventajas y el reconocimiento de estos estados como grandes productores de berries, este tipo de agricultura y las altas producciones que se exportan internacionalmente, se han logrado a costos ambientales crecientes. Los principales problemas ambientales causados por este tipo de agricultura son: degradación del suelo por altas temperaturas debajo del acolchado, contaminación de suelo, agua y aire por el manejo inadecuado de los residuos de plástico pues en estas regiones es común la quema del plástico después de su vida útil, y algunos otros son depositados en cuerpos de agua. Además, la fotosíntesis de las plantas es más baja en el macrotúnel, lo que ocasiona una concentración más alta de bióxido de carbono y mayor temperatura en la región, lo cual con el tiempo puede causar el cambio de condiciones climáticas regionales, (Intagri, sf), (Crespo, et al., 2020).

**Figura 5:** Expansión de cultivos con agricultura de cubierta en la región fisicogeográfica.



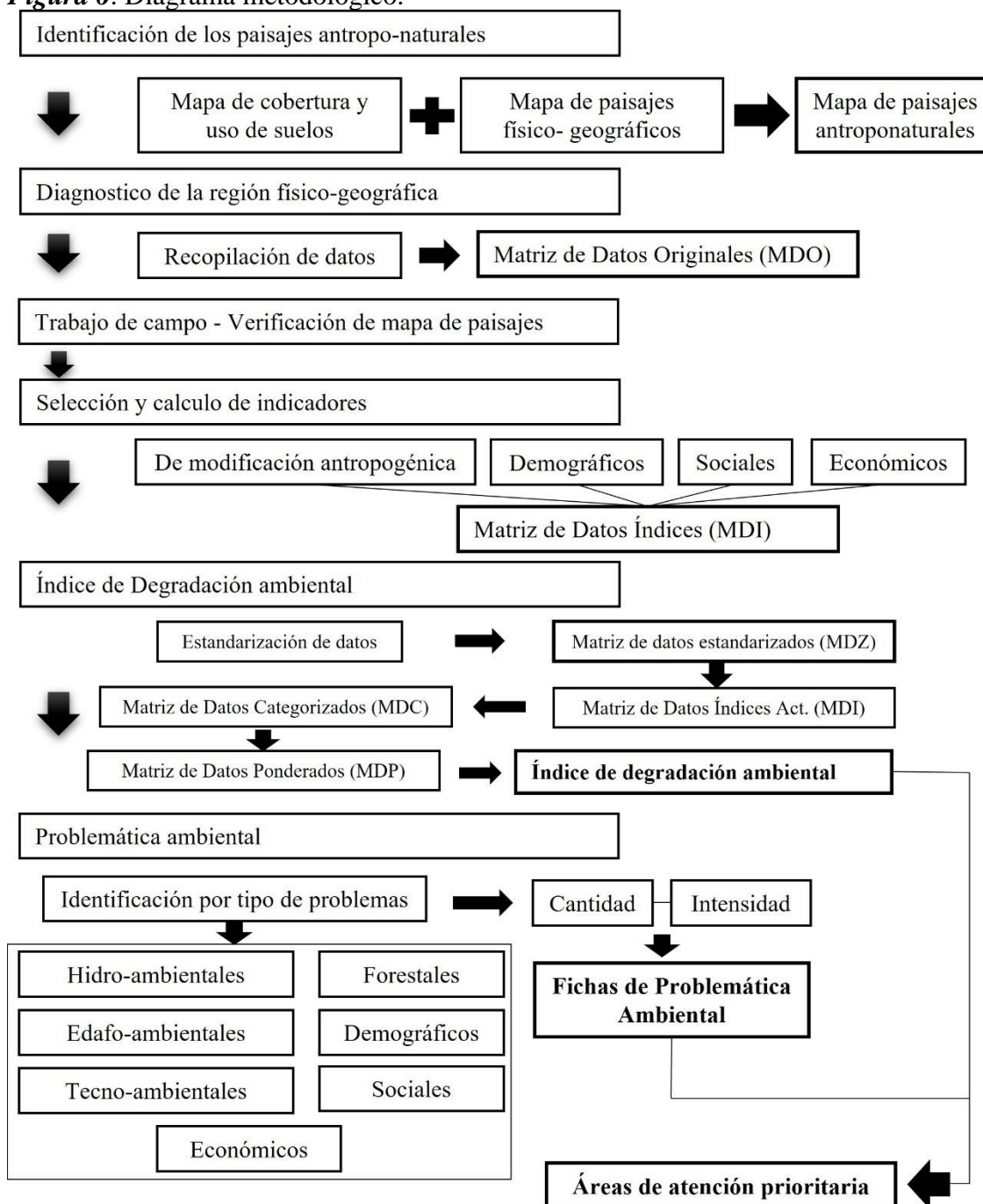
*Fuente:* Elaboración propia, trabajo de campo 2022, y digitalización mediante imagen Sentinel 2.

En esta región se ha optado por este tipo de cultivos debido a que tienen una alta rentabilidad, y las ganancias se elevan por el tipo de producto y su reconocimiento internacional, el cual en su mayoría es exportado hacia otros países, sin embargo, tanto el cultivo del agave como el de los frutos rojos tienen un alto costo ambiental, por la falta de regulación y supervisión ambiental de las autoridades competentes de ambos estados.

## 4- Materiales y Métodos

Para la realización de la presente investigación, se utilizaron procesos metodológicos provenientes del enfoque geocológico, los cuales se ajustaron a las necesidades de la investigación, para poder así cumplir con los objetivos propuestos. Se diseñó la siguiente metodología, la cual muestra el proceso para el cálculo de la degradación de los paisajes.

**Figura 6:** Diagrama metodológico.



Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1 Los Paisajes fisicogeográficos (antroponaturales)**

Para el desarrollo de la investigación se tomó como unidad de análisis espacial las unidades de paisajes resultado de su tipología regional al interior de la región f-g; esta permite entender la estructura y composición interna de la misma. Para ello se tomó como base, el “Mapa de Paisajes fisicogeográficos del estado de Michoacán” (Ramírez et al., 2012), y el “Mapa de Paisajes fisicogeográficos del estado de Jalisco” (Ruiz, López Rodolfo, inédito), los cuales se unieron y sirvieron de base para la cartografía de los paisajes del área de estudio, la cual abarca ambos territorios. El mapa de paisajes fisicogeográficos obtenido se revisó contra el modelo digital de elevación y se corrigieron errores topológicos existentes. A continuación, se superpone al mismo, el mapa de Uso de suelo y Vegetación, escala 1:250,000 actualizado por medio de una imagen Sentinel 2, con fecha del 26 de Julio de 2021 (ESA, 2021), tomando como base el mapa de cobertura y uso de suelo de la Serie VI (CONABIO, 2016).

El mapa de paisajes fisicogeográficos obtenido es considerado un mapa de paisajes antroponaturales del territorio ya que además de mostrar las interrelaciones entre los componentes naturales, muestra la función socioeconómica asignada a cada paisaje en la fecha en cuestión. Las unidades o polígonos de paisajes de este mapa serán las unidades de análisis en la investigación

#### **4.2 Índice de degradación ambiental**

##### **4.2.1 Matriz de datos originales (MDO)**

Para el cálculo del índice de degradación en un primer paso se seleccionan las variables que son necesarias para el cálculo de índices e indicadores, se realizó una revisión bibliográfica sobre indicadores sugeridos por expertos en ordenamiento territorial en México, para identificar aquellos que permitan explicar la degradación ambiental y de las variables con información para el territorio de estudio; con ellas se construye una matriz llamada de datos originales (MDO).

Las fuentes para la obtención de la información fueron, para las variables antropogénicas: Mapa de uso de suelo y vegetación (Figura 2), Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENU (INEGI, 2022).

Las variables naturales, se obtienen de: Mapa de Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 (SEMARNAT, 2012). Acuíferos: Portal de Sistemas

de Información del Agua. (CONAGUA, 2020). Las variables demográficas y socioeconómicas se obtuvieron de: Censo de población y vivienda 2020 (INEGI, 2020a) y Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020b).

#### **4.2.2 Matriz de datos índices (MDI)**

En el siguiente paso metodológico se seleccionan los indicadores e índices de acuerdo con las características antropogénicas, naturales, demográficas y socioeconómicas del territorio, deben seleccionarse aquellos que muestren información relevante para la caracterización y diagnóstico de la degradación ambiental. El resultado del cálculo de índices e indicadores se integrará en una matriz nombrada de datos índices (MDI), la cual muestra dichos resultados para cada polígono de paisajes. La fuente de datos es la MDO, a la cual se deberán agregar las variables que sean necesarias para el cálculo de todos los índices. Se seleccionaron los siguientes indicadores e índices y se presenta el método de cálculo de cada uno de ellos:

#### **Indicadores de modificación antropogénica**

##### *Índice de Antropización de la Cubierta Vegetal de los Paisajes (IACV)*

Shishenko (1988), propone el Índice de Antropización de la Cubierta Vegetal de los Paisajes (IACV), también llamado Índice de antropización de los paisajes (IAP), mediante el cual se obtiene el grado de alteración de la cobertura vegetal, según el uso de suelo en un momento dado. Éste índice se calcula para las unidades de paisaje fisicogeográfico, sólo en la superficie terrestre, en las cuales a cada uso de suelo y cobertura se les asigna un valor ponderado de acuerdo con que tanto modifica el paisaje. La fórmula para la obtención del IACV es:

$$IACV = \frac{\sum_{i=1}^n r_i * A_{ij}}{AT_j}$$

Donde:

$r_i$  = Valor de ponderación de transformación antropogénica de los paisajes del tipo  $i$  de utilización.

$A_{ij}$  = Área dedicada al tipo de utilización  $i$  en el paisaje  $j$ .

$AT_j$  = Área total del paisaje  $j$ .

En el presente estudio se asumieron los valores de ponderación de acuerdo con las características de la cobertura y uso del suelo de la región actualizados (Figura 2). Los

valores de ponderación asignados (valor de r) (Tabla 4) van de 0.1 a 1, asignando los valores más bajos a aquellos usos de suelo que causan un menor grado de antropización y los valores más altos a aquellos usos que originan una antropización más intensa en la cobertura vegetal.

**Tabla 4:** Valor propuesto para coeficiente r.

<b>Cubiertas y Usos de Suelo</b>		
<b>Clave</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ponderación</b>
1	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.5
2	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	0.5
3	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	0.3
4	Agricultura de riego anual y semipermanente	0.78
5	Agricultura de riego semipermanente y permanente	0.75
6	Agricultura de temporal anual y permanente	0.70
7	Agricultura de humedad anual	0.75
8	Agricultura de riego anual	0.78
9	Agricultura de temporal anual	0.70
10	Pastizal halófilo	0.1
11	Pastizal inducido	0.3
12	Bosque de encino	0.1
13	Selva baja caducifolia	0.1
14	Urbano construido	0.98

*Fuente:* Elaboración propia.

Una vez asignados los valores de r, se realizó el cálculo mediante la aplicación de la fórmula mostrada, para cada polígono.

### ***Actividad industrial***

La actividad industrial de la región se analizó como una variable antropogénica debido a que las industrias son elementos introducidos en el paisaje por el hombre.

Se obtiene la información a partir de datos del DENUE (INEGI, 2022), considerando la dimensión de las empresas a partir del número de empleados declarados en la misma; principalmente se consideraron aquellas de más de 31 empleados que presuponen gran actividad, pero en algunos casos fue necesario incluir empresas pequeñas con 10 empleados o menos debido a su alto número y la degradación intensa que producen (ejemplo las ladrilleras o fábricas de ladrillo artesanal).

Se superponen las industrias de la región al mapa de paisajes físico-geográficos (antroponaturales), y se obtiene la cantidad de industrias por polígono de paisaje, esta información se clasifica en 5 categorías.

## **Indicadores naturales**

### ***Degradación del suelo***

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad en conjunto con SEMARNAT (SEMARNAT, 2012) publicaron el mapa de degradación del suelo en la República Mexicana escala 1:250 000, en el cual se muestran los principales procesos de degradación del suelo y los grados o intensidad de esta.

A partir de dicha información, por medio de la superposición con el mapa de paisajes físico-geográficos, se obtiene el tipo y la intensidad de la degradación del suelo por unidad de paisajes para el área de estudio, las que se clasifican en 4 categorías.

Al superponer los tipos y la intensidad de la degradación a las unidades de paisaje, se realiza una segunda clasificación o reclasificación, por lo que se obtienen nuevas categorías resultado de la combinación de diversos tipos o grados de degradación en un solo polígono de paisaje, se decidió reclasificar a partir del criterio de extensión superficial del tipo y el grado presente en cada polígono de paisaje.

### ***Disponibilidad de agua***

La degradación del componente agua, se evalúa de acuerdo con la disponibilidad de agua subterránea, debido a que el agua contenida en los mantos acuíferos es la reserva total de agua dulce con que se cuenta en la región. Esta información fue obtenida de la Comisión Nacional del Agua como “Disponibilidad de agua subterránea para el año 2020” (CONAGUA, 2020), se tomaron los valores de Disponibilidad Media Anual Total (DMA).

Se realiza la superposición de los polígonos de paisaje con la superficie de los acuíferos para obtener la disponibilidad de agua subterránea por polígono de paisaje, para aquellos polígonos que comparten más de 1 acuífero, se tomó aquel que tuviera mayor superficie y sus valores de DMA, los resultados se clasifican en 3 categorías, 2 de ellas engloban los valores de disponibilidad negativa y la otra los valores positivos de disponibilidad.

### ***Índice de deforestación***

El índice de deforestación representa la cantidad de territorio sin cobertura vegetal natural, considerando que en algún momento la cobertura vegetal cubría todos los paisajes y esta se fue deforestando para dar paso a otros usos al suelo. La información fue obtenida del

Mapa de coberturas y usos de suelo (Figura 2). Los resultados se clasifican en 5 categorías mediante el método de natural breaks. El índice de deforestación se calcula como se muestra en la siguiente fórmula (Modificada de CBN%, Bollo et al., 2022):

$$ID = 100 - \left( \frac{SCVN}{ST} * 100 \right)$$

Donde:

SCVN= Superficie con cobertura vegetal natural

ST= Superficie total

### **Indicadores demográficos**

Las variables necesarias para el cálculo de los indicadores demográficos se obtienen del Censo de población y vivienda 2020 (INEGI, 2020).

#### ***Densidad de población***

La densidad de población se refiere a la relación del número de personas que habitan en cierto territorio con la superficie de este. Este indicador medirá la presión demográfica sobre el suelo, se calcula para cada polígono de paisaje, excepto aquellos sin población.

Mediante la variable población total, se obtiene la población de los asentamientos humanos de la región, esta información se cruza con el mapa de paisajes y se obtiene la población para cada polígono de paisaje (PobTot), la cual se clasifica en 5 categorías mediante natural breaks. La densidad de población se calculó con la siguiente fórmula:

$$DP = \frac{PobTot}{Sup}$$

Donde:

PobTot= Población total

Sup = Superficie en km<sup>2</sup>

#### ***Grado de urbanización de los paisajes***

El grado de urbanización se refiere a la proporción de la población total que vive en zonas urbanas, muestra la importancia de la localización de la población, pues esto influye en la posibilidad de acceso a servicios públicos (Velasco, 2014). Los resultados del grado de urbanización de los paisajes se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks. Se calcula el grado de urbanización de cada polígono de paisaje, con la siguiente fórmula:

$$GU = \frac{PU}{PobTot} * k$$



Donde:

GU= Grado de urbanización

PU= Población urbana

PobTot= Población total

k= Constante =100

### ***Atracción migratoria acumulada***

El movimiento de la población de un lugar a otro está determinado por diversos factores de su entorno, la atracción migratoria acumulada (AMA) se refiere a la relación del número de personas las cuales su lugar de nacimiento no es su lugar de residencia actual (Palacio et al., 2004). Esto muestra que tanta atracción tienen los paisajes para migrar a ellos. Los resultados se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks. Este indicador se calcula en cada polígono de paisajes (excepto aquellos sin población) con la siguiente fórmula:

$$AMA = \frac{PobNacOT}{PobTot} * k$$

Donde:

AMA= Atracción migratoria reciente

PobTot= Población total

PobNacOT= Población nacida en otra entidad

k= Constante = 100

### **Indicadores socioeconómicos**

Las variables necesarias para el cálculo de los indicadores socioeconómicos se obtienen del Censo de población y vivienda 2020 (INEGI, 2020) y de la Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020).

### ***Índice de Suficiencia Vial (Engel)***

El índice de suficiencia vial (Palacio et al., 2004) representa la capacidad que tiene la red vial de una determinada área, para garantizar los servicios de transporte, de acuerdo con la población y la superficie de la unidad territorial analizada, en este caso los polígonos de paisaje. Los resultados se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks. Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ie = \frac{KmV}{\sqrt{S} * P} * 100$$

Donde:

Ie= Índice de Engel

KmV=Longitud en kilómetros de las carreteras

S= Kilómetros cuadrados de superficie

P=Número de habitantes

k= Constante = 100

### ***Índice de rezago educativo***

El índice de rezago educativo permite conocer el nivel de preparación de la población, mide la proporción de la población de 15 años y más sin educación básica completa (Velasco, 2014). Este indicador se calcula en cada polígono de paisaje excluyendo aquellos sin población y los resultados se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks. El Índice se calcula con la siguiente formula:

$$Ire = \frac{Psi + Ppi}{Psi + Ppi + Pc + Pip + Psei} * k$$

Donde:

Ire= Índice de rezago educativo

Psi= Población de 15 años y más sin escolaridad

Ppi= Población de 15 años y más con primaria incompleta

Pc= Población de 15 años y más con primaria completa

Pip= Población de 18 años y más con instrucción posbásica

Psei= Población de 15 años y más con secundaria incompleta

k= Constante =100

### ***Tasa de afiliación a servicios de salud***

La afiliación de la población a servicios de salud es un indicador mediante el cual se pretende identificar cual es el porcentaje de la población total, que está afiliada a algún servicio de salud. Los resultados se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks. Este indicador se calcula para los polígonos de paisaje con población de la siguiente manera:

$$TASS = \frac{PA}{PT} * k$$

Donde:

TASS= Tasa de Afiliación a servicios de salud

PA= Población afiliada

PT= Población total

k= Constante =100

### ***Índice de Servicios Básicos en la Vivienda***

El índice de servicios básicos en la vivienda es un indicador que se refiere a la presencia de servicios públicos presentes en la vivienda (Modificado de ISBI, Martínez, 2017). Para esto se tomaron las variables de viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica (VCE), viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua (VCA), viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje (VCD). Los resultados obtenidos del cálculo de este índice se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks. Este índice se calcula para los polígonos con población, mediante la siguiente formula:

$$ISBV = \frac{\frac{VCE}{TV} + \frac{VCD}{TV} + \frac{VCA}{TV}}{3}$$

Donde:

ISBV=Índice de servicios básicos en la vivienda

VCE= Viviendas con energía eléctrica

VCD=Viviendas con drenaje

VCA= Viviendas con agua

TV= Total de viviendas

### ***Tasa de actividad económica***

La tasa de actividad económica (Palacio et al., 2004) se utiliza para indicar el grado de participación de hombres y mujeres en la actividad económica de un territorio, se toma como referencia la población total de 12 años y más y la PEA de cada polígono de paisaje. Los resultados se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks. Se calcula para todos los paisajes excepto aquellos sin población, mediante la siguiente formula:

$$TAE = \frac{PEA}{P12yMAS} * k$$

Donde:

TAE= Tasa de actividad económica

PEA= Población económicamente activa

P12y MAS= Población total de 12 años y mas

k= Constante = 100

### ***Población económicamente activa***

La población económicamente activa (PEA) es una variable que por su importancia se calcula como un índice o tasa, es importante conocer el porcentaje de la población total que actualmente es población económicamente activa. Los resultados de este índice se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks. Este índice se calcula para los polígonos de paisaje con población, mediante la siguiente fórmula:

$$ISBV = \frac{PEA * 100}{Pob Tot}$$

Donde:

PEA= Población económicamente activa

Pob Tot= Población total

### **4.2.3 Matriz de datos estandarizados (MDZ)**

Una vez calculados todos los indicadores, y haber conformado la Matriz de Datos Índices (MDI) se realiza la estandarización de los datos para que estos puedan ser comparados entre sí, y se eviten aquellos que guarden una relación directa, los resultados de la estandarización de datos conforman la Matriz de Datos Estandarizados (MDZ).

Para estandarizar los datos se utiliza el método del Puntaje Z el cual fue presentado por Haggett (1977) para el estudio de las clasificaciones o tipologías espaciales; se obtiene aplicando la siguiente fórmula a cada valor de los indicadores en la Matriz de Datos Índices (MDI):

$$Z_i = \frac{X_i - m}{\sigma}$$

Donde:

$X_i$  = es el valor que posee cada unidad espacial

$m$  = es el promedio de la variable

$\sigma$  = es la desviación estándar

Una vez realizado el cálculo para todos los indicadores, cada columna de datos índices pasa a ser una columna de puntajes Z, que se desvía en valores positivos y negativos; al realizar esto, se debe comprobar que los resultados arrojen:  $\Sigma=0$ ,  $m = 0$ , y  $\sigma =1$  por cada indicador.

A partir de la Matriz de Datos Estandarizados MDZ se realiza una correlación múltiple entre variables independientes, por medio del análisis de datos “coeficiente de correlación” en Excel; las correlaciones mostraran el grado de relación entre indicadores, ello permite eliminar uno de dos indicadores que muestren una alta correlación positiva, ya que ambas explican de igual manera un fenómeno y se evite un sesgo al proceder al cálculo del índice de degradación

#### **4.2.4 Matriz de datos categorizados (MDC)**

Se actualiza la Matriz de Datos Índices (MDI) con los indicadores que se tomaran en cuenta en el cálculo del índice de degradación. Posteriormente se realiza una categorización con valores de 1 a 5 de acuerdo con los niveles de cada indicador asignando los valores más altos a las categorías más desfavorables, y los valores bajos a aquellas no tan desfavorables, esto da lugar a la Matriz de Datos Categorizados (MDC), en esta matriz se uniformizan los indicadores con valores que evalúan de igual manera a los indicadores de acuerdo con su aportación en la degradación ambiental.

#### **4.3 Cálculo del índice de degradación ambiental de los paisajes (IDA)**

El siguiente paso en la metodología es asignar los juicios o preferencias entre indicadores, estos son asignados mediante el criterio de experto, para ello se solicita una reunión con varios expertos con experiencia en el caso de estudio, de esta manera se llegará a un acuerdo.

Los valores acordados entre los expertos se introducen en el programa Expert Choice donde se genera un árbol de decisiones y se colocan los valores, primero por grupos de indicadores y posteriormente en cada grupo por pares de indicadores, una vez asignados todos los valores, el programa asigna un valor o coeficiente de ponderación para cada grupo de indicadores y para cada indicador.

A continuación, se multiplica el coeficiente de ponderación de cada indicador por el valor asignado a cada indicador en la Matriz de Datos Categorizados (MDC) los resultados de este cálculo arrojan otra columna la cual conformará la Matriz de Datos Ponderados (MDP).

A partir de la Matriz de Datos Ponderados (MDP), se obtiene el Índice de degradación de los paisajes (IDA) mediante el cálculo del índice medio (promedio), el cual se obtiene sumando las filas de datos ponderados y dividiendo este resultado entre el número de variables utilizadas; una vez obtenido el valor del índice, estos valores se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks (paisajes muy poco degradados, paisajes poco degradados, paisajes degradados, paisajes muy degradados y paisajes intensamente degradados), posteriormente se realiza la cartografía de la degradación de los paisajes en la región fisicogeográfica.

#### **4.4 Problemática ambiental. Intensidad y número de problemas ambientales**

##### **4.4.1 Intensidad de la problemática ambiental**

La problemática ambiental de la región se analiza evaluando la cantidad e intensidad de los tipos de problemas ambientales presentes en el territorio de estudio. El objetivo de analizar la problemática ambiental es utilizar esta información, junto a la proporcionada por el índice de degradación ambiental, para realizar una propuesta de áreas de atención ambiental prioritaria del territorio como recomendación a las instituciones que corresponde la gestión ambiental del mismo.

Los problemas ambientales, metodológicamente se agrupan como: problemas hidro-ambientales, problemas edafo-ambientales, problemas forestales, problemas demográficos, problemas sociales, problemas económicos y problemas tecno-ambientales.

Los indicadores utilizados para la evaluación de los problemas ambientales fueron categorizados anteriormente y se encuentran en la Matriz de Datos Índices (MDI), otros se establecen específicamente para el cálculo de la problemática ambiental de este territorio.

Para la evaluación de la problemática ambiental se transforman las categorías ya asignadas en la MDI, a valores cuantitativos y se suman para determinar así la intensidad y la presencia de problemas ambientales. Esta evaluación se realizó a partir de los siguientes criterios:

##### ***Intensidad de los problemas hidro-ambientales***

Los problemas hidro-ambientales se evalúan tomando en cuenta 2 indicadores.

-Volumen de extracción de agua subterránea. La información de los pozos de extracción de agua subterránea fue recopilada del Localizador de Aguas Nacionales, Zonas Federales, Descargas Residuales y Extracción de Materiales (LOCREPDA, 2019).

La información de cada pozo de extracción muestra el volumen de extracción anual de agua subterránea, se sumaron los volúmenes de extracción para todos los pozos presentes en cada polígono de paisaje, y este volumen se dividió entre la superficie del polígono; se obtiene así el volumen de agua extraída por km<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks, a las cuales se le asigna un valor numérico (1 al 5), siendo el más alto el correspondiente a la mayor categoría de extracción.

-Volumen de aprovechamientos superficiales.

Esta variable fue obtenida también del Localizador de Aguas Nacionales, Zonas Federales, Descargas Residuales y Extracción de Materiales, (LOCREPDA, 2019)

Se calcula el volumen de agua aprovechada en cada polígono de paisaje y se divide entre la superficie del polígono, se obtiene como resultado el volumen de aprovechamiento por km<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos del cálculo del volumen de agua aprovechada se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks a las cuales se le asigna un valor numérico (1 al 5), siendo el más alto el correspondiente a la mayor categoría de aprovechamiento.

#### ***Intensidad de los problemas edafo-ambientales***

Los problemas ambientales vinculados a la edafología se evalúan tomando en cuenta las categorías del índice de degradación de suelo el cual se encuentra en la Matriz de Datos Índices (MDI). A las categorías previamente asignadas se les asignaron valores numéricos del 1 al 5, siendo el mayor valor numérico el de mayor categoría de degradación.

#### ***Intensidad de los problemas forestal-ambientales***

Estos problemas se evalúan tomando en cuenta las categorías del índice de deforestación para cada polígono de paisaje las cuales se encuentran en la Matriz de Datos Índices (MDI), a estas categorías, se les asignan valores numéricos del 1 al 5, dando el mayor valor a los niveles más altos de deforestación.

#### ***Intensidad de los problemas demográficos***

Esta problemática se evalúa tomando en cuenta las categorías de la densidad de población para cada polígono de paisaje las cuales se encuentran en la Matriz de Datos Índices (MDI), se asignan valores numéricos del 1 al 5 a cada categoría, donde los valores más altos corresponden a las más altas categorías de densidad de población.

### ***Intensidad de los problemas socioambientales***

Para evaluar la intensidad de la problemática socioambiental se toman en cuenta las categorías de los indicadores atracción migratoria acumulada (AMA), tasa de afiliación a servicios de salud (TASS), índice de servicios básicos de la vivienda (ISBV) y rezago educativo (RE), los cuales se encuentran en la Matriz de Datos Índices (MDI), a las categorías antes establecidas se les asignan valores numéricos del 1 al 5, donde el mayor valor corresponde a la mayor categoría de intensidad.

### ***Intensidad de los problemas económico-ambientales***

La intensidad de la problemática económica de cada paisaje se evalúa tomando en cuenta las categorías de los siguientes indicadores: tasa de actividad económica (TAE), y población económicamente activa (PEA), los cuales se encuentran en la Matriz de Datos Índices (MDI), a estas categorías se les asignan valores numéricos del 1 al 5, el mayor valor corresponde a la mayor categoría de intensidad.

### ***Intensidad de los problemas tecno-ambientales***

La problemática tecno-ambiental engloba aquellos elementos técnicos, resultado de acciones antropogénicas o elementos que han sido introducidos al paisaje. Se toman en cuenta las categorías del IACV el cual se encuentra en la Matriz de Datos Índices (MDI), también se toman en cuenta otros indicadores los cuales fueron calculados especialmente para el análisis de la problemática ambiental, estos son:

-Volumen de descargas residuales. Esta variable fue obtenida también del Localizador de Aguas Nacionales, Zonas Federales, Descargas Residuales y Extracción de Materiales, (LOCREPDA, 2022). Se parte del volumen de descargas residuales para cada polígono de paisaje, esto se dividió entre la población de cada polígono de esta manera se obtiene el volumen de descargas por habitante. Los resultados se clasifican en 5 categorías mediante natural breaks, y se asignan valores de 1 a 5, se asignan los valores más altos a los mayores volúmenes.

-Tipo de industrias. Se establece mediante información del DENUE (INEGI, 2022), se realizó primero una clasificación de las industrias de la región por tipo de industria, posteriormente una evaluación de acuerdo con el tipo y grado de contaminación de cada tipo de industria. Se asignaron valores y se clasificaron en 5 categorías, de esta manera se obtienen



las categorías por grado de contaminación de las empresas. A estas categorías se asignaron valores del 1 al 5 para determinar la intensidad de la problemática.

-Longitud de carreteras. Se calcula mediante la variable de kilómetros de vialidades (KmV), la cual se encuentra en la matriz de datos originales (MDO) como longitud de carreteras por polígono de paisaje. Mediante natural breaks se clasifica la variable en 5 categorías y se le asigna un valor numérico del 1 al 5 para determinar la intensidad de la variable.

Para establecer la intensidad general de la problemática ambiental, se suman los valores asignados a cada indicador en todos los grupos de problemas ambientales, los resultados se clasifican mediante natural breaks en 5 categorías lo cual muestra la intensidad de la problemática ambiental para cada polígono de paisaje.

#### **4.4.2 Cantidad de problemas ambientales**

Además de identificar los tipos de problemas ambientales y analizar la intensidad de estos en cada paisaje con el uso de indicadores y variables, en el siguiente paso es necesario conocer la cantidad de problemas ambientales que necesitan atención. Para obtener la cantidad de problemas ambientales presentes se parte de los resultados de la intensidad del problema en cada uno de los indicadores. Si la intensidad del problema ambiental en un polígono de paisaje está en las categorías de mayor intensidad (alto o muy alto) del indicador, ello significa que en ese polígono de paisaje hay un problema ambiental. En los grupos de problemas hidro-ambientales, edafo-ambientales, forestales, y tecno-ambientales debido a su importancia y la vulnerabilidad ambiental que presentan los componentes naturales asociados, se considera la existencia de un problema desde la categoría media. El resultado final de la cantidad de problemas ambientales en un paisaje será la suma de la cantidad de problemas ambientales de los indicadores analizados.

#### **4.5. Áreas de atención prioritaria.**

Para la determinación de las áreas de atención prioritaria (AAP) se utilizaron dos indicadores: (a) la categoría del índice de degradación ambiental y (b) la intensidad de los problemas ambientales, todo ello para cada polígono de paisaje de la Región. De acuerdo con las combinaciones que surgen en las categorías de los 2 indicadores para cada paisaje, se establecerán 5 niveles de prioridad en la propuesta de atención al medio ambiente, Muy Alta, Alta, Media, Baja y No priorizada.

## 5- Resultados

### 5.1 Paisajes fisicogeográficos (Antroponaturales)

El mapa de paisajes fisicogeográficos presentado es considerado un mapa de paisajes antroponaturales, por tanto, se le podrá llamar indistintamente por cualquiera de los dos nombres, es un mapa de unidades naturales (físico geográficas, límites naturales) a las cuales se les han incluido las coberturas que aún quedan de la vegetación natural o antropizada y los usos de suelo asignados como función socioeconómica en un momento dado (2021). Los polígonos de paisajes serán la unidad básica de análisis espacial en la investigación (Figura 7).

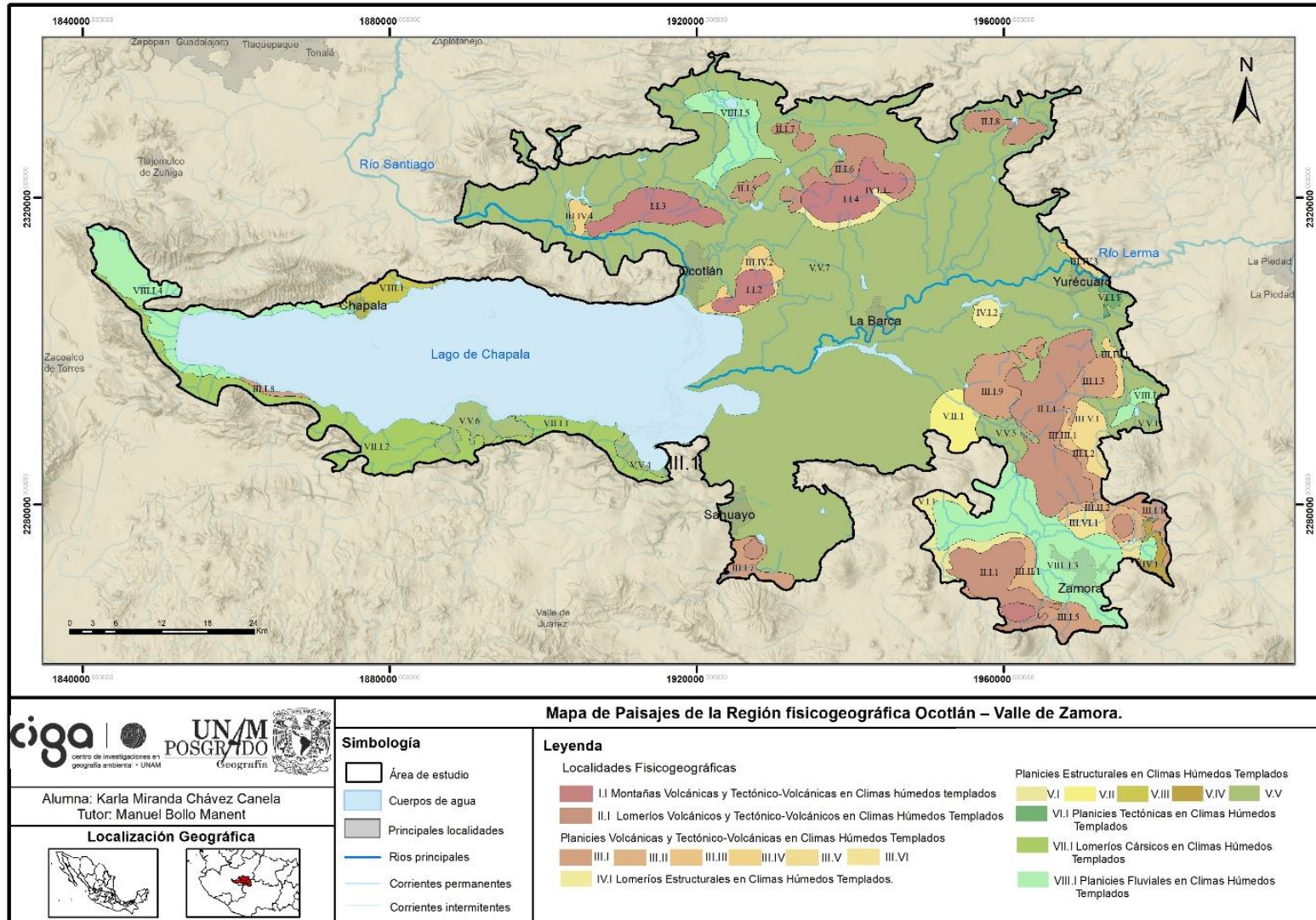
El área de estudio está conformada por un total de 9 unidades superiores o grupos de paisajes fisicogeográficos, en los cuales se definen 18 localidades fisicogeográficas, las cuales se repiten en 54 polígonos de paisaje. La tabla 12 muestra la descripción de la leyenda por Localidad fisicogeográfica, la Leyenda completa del mapa de paisajes se encuentra en Anexo 1.2.

Cabe mencionar que el Lago de Chapala, el cual se caracterizó como la localidad fisicogeográfica IX, cubre un 21.61% del área total de la región fisicogeográfica, con una superficie de 1,050.34 km<sup>2</sup>, mientras que las restantes localidades fisicogeográficas se extienden en una superficie de 3,809.90 km<sup>2</sup>.

El grupo de paisaje f-g V es dominante en la Región fisicogeográfica Ocotlán – Valle de Zamora, con un 49.73 % del área total, es diferenciado, con 5 localidades representada por 11 polígonos de paisaje (planicies estructurales en climas húmedos templados). La localidad fisicogeográfica (f-g) con mayor extensión en la región, V.V de planicies estructural-plegadas onduladas, constituidas por depósitos aluviales en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual y fragmentos de agricultura de temporal anual, sobre Phaeozem, Regosol, Chernozem, Planosol, Luvisol y Fluvisol, la cual cubre una superficie de 2,307.17 km<sup>2</sup> el 47.34% del área total (Tabla 5).

El grupo VIII de paisajes (planicies fluviales en climas húmedos templados) se encuentra entre los de mayor extensión, 378.41 km<sup>2</sup>, 7.79% de la superficie de la región, es poco diferenciado en cuanto a localidades f-g con solo una, pero con 5 polígonos de paisajes a su interior.

Figura 7: Mapa de paisajes fisicogeográficos (antroponaturales).



Fuente: Elaboración propia, basada en el mapas de paisajes de Ramírez, et al., 2012

**Tabla 5:** Grupos y localidades fisicogeográficas.

LOCALIDADES FISICOGEOGRÁFICAS	
No.	Localidad
I.I	Montañas volcánicas constituidas por rocas extrusivas básicas en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, fragmentos de selva baja caducifolia y agricultura de temporal anual, sobre Leptosol, Luvisol, Andosol, Acrisol, Regosol y Cambisol.
II.I	Lomeríos volcánicos constituidos por rocas extrusivas básicas en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, agricultura de temporal anual, con fragmentos de selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, sobre Andosol, Luvisol, Leptosol, Acrisol, Regosol y Cambisol.
III.I	Planicies volcánicas acolinadas constituidas por rocas extrusivas básicas en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de temporal anual, fragmentos de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y agricultura de riego anual, sobre Phaeozem, Luvisol, Planosol, Regosol, Andosol, Leptosol y Cambisol.
III.II	Planicies tectónico-volcánicas acolinadas constituidas por rocas sedimentarias detríticas gruesas y cubiertas por depósitos de caída en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual y fragmentos de agricultura de temporal anual sobre, Phaeozem, Cambisol, Regosol, Luvisol y Planosol.
III.III	Planicies tectónico-volcánicas acolinadas constituidas por rocas sedimentarias detríticas finas y cubiertas por depósitos de caída en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de temporal anual, sobre Regosol, Leptosol, Phaeozem y Planosol.
III.IV	Planicies volcánicas onduladas constituidas por rocas extrusivas básicas en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual y fragmentos de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, sobre Phaeozem, Leptosol, Planosol, Luvisol, Regosol, Cambisol y Andosol.
III.V	Planicies tectónico-volcánicas onduladas constituidas por rocas sedimentarias detríticas gruesas y cubiertas por depósitos de caída en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual con fragmentos de agricultura de temporal anual y pastizal inducido, sobre Phaeozem, Planosol, Luvisol, Regosol, Cambisol y Leptosol.
III.VI	Planicies tectónico-volcánicas acumulativas subhorizontales constituidas por rocas sedimentarias detríticas gruesas y cubiertas por depósitos de caída en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual, sobre Phaeozem.
IV.I	Lomeríos estructural-plegados constituidos por depósitos aluviales en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de temporal anual y permanente y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, con fragmentos de agricultura de temporal anua, sobre Leptosol, Regosol, Luvisol y Cambisol.
V.I	Planicies estructural-plegadas acolinadas constituidas por depósitos aluviales en clima templado húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual y fragmentos de agricultura de temporal anual, sobre Phaeozem, Cambisol, Luvisol, Regosol y Fluvisol.
V.II	Planicies estructural-plegadas onduladas constituidas por depósitos aluviales en clima templado húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual y semipermanente, sobre Phaeozem, Regosol, Cambisol, Planosol y Fluvisol.
V.III	Planicies estructural-plegadas acolinadas constituidas por rocas sedimentarias detríticas finas en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de temporal anual, sobre Leptosol, Phaeozem, Regosol, Luvisol, Planosol y Cambisol.
V.IV	Planicies estructural-plegadas acolinadas constituidas por depósitos aluviales en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual y semipermanente, y agricultura de riego anual, sobre Phaeozem, Luvisol, Leptosol, Regosol, Cambisol y Fluvisol
V.V	Planicies estructural-plegadas onduladas constituidas por depósitos aluviales en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual y fragmentos de agricultura de temporal anual, sobre Phaeozem, Regosol, Chernozem, Planosol, Luvisol y Fluvisol.
VI.I	Planicies tectónico-denudativas onduladas constituidas por rocas sedimentarias detríticas finas en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual, sobre Phaeozem.
VII.I	Lomeríos cársicos constituidos por rocas sedimentarias carbonatadas en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de temporal anual y fragmentos vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, sobre Rendzina, Leptosol, Luvisol, Acrisol y Regosol.
VIII.I	Planicies fluvio-acumulativas subhorizontales constituidas por depósitos aluviales en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual, fragmentos de agricultura de temporal anual y superficie urbana, sobre Solonchak, Fluvisol, Phaeozem, Planosol, Regosol, Yermosol y Xerosol.
IX.I	Lago de Chapala

*Fuente:* Elaboración propia.

El grupo de paisaje f-g II (planicies volcánicas y tectónico-volcánicas en climas húmedos templados) también tiene una extensión significativa en la región, 329.08 km<sup>2</sup> que representan el 6.77% de la misma y es diferenciada con 8 polígonos de paisaje. El grupo III de paisajes f-g, es el más diferenciado en cuanto a localidades f-g con 6, representadas en 20 polígonos, abarca una superficie de 314.36 km<sup>2</sup> equivalente al 6.46% de la región.

Los polígonos de paisajes f-g V.V.7 y el IX.I.1 (el cual está conformado por el lago de Chapala) llaman la atención por su gran superficie, pues estos 2 polígonos representan el 66.42% de la región (Tabla 6). En general en la región predominan los paisajes de planicies de diferente origen, estructurales, fluviales y volcánicas.

**Tabla 6:** Superficie de las localidades f-g y sus polígonos de paisajes en la región.

G P	Loc F-G	Área km <sup>2</sup>	PLG	Área km <sup>2</sup>	% del área total
I	II	151.10	I.I.1	8.21	3.11
			I.I.2	25.53	
			I.I.3	58.23	
			I.I.4	59.13	
II	II.I	329.08	II.I.1	72.32	6.77
			II.I.2	5.01	
			II.I.3	6.84	
			II.I.4	146.41	
			II.I.5	9.11	
			II.I.6	53.40	
			II.I.7	10.18	
			II.I.8	25.82	
III	III.1	169.14	III.I.1	17.74	3.48
			III.I.2	10.43	
			III.I.3	30.92	
			III.I.4	0.55	
			III.I.5	24.11	
			III.I.6	1.51	
			III.I.7	23.88	
			III.I.8	5.40	
			III.I.9	49.01	
			III.I.10	5.58	
	III.2	38.79	III.II.1	16.26	0.80
			III.II.2	22.53	
	III.3	5.98	III.III.1	5.98	0.12
	III.4	47.11	III.IV.1	8.10	0.97
			III.IV.2	22.42	
			III.IV.3	7.69	
			III.IV.4	8.89	
	III.5	31.49	III.V.1	31.49	0.65
III.6	21.84	III.VI.1	15.93	0.45	
		III.VI.2	5.91		
IV	IV.I	26.48	IV.I.1	14.42	0.54
			IV.I.2	12.06	
V	V.I	34.24	V.I.1	34.24	0.70
	V.II	36.53	V.II.1	36.53	0.75
	V.III	30.88	V.III.1	30.88	0.64
	V.IV	14.36	V.IV.1	14.36	0.30
	V.V	2,301.17	V.V.1	42.56	47.34
			V.V.2	0.90	
			V.V.3	0.82	
			V.V.4	12.47	
			V.V.5	26.30	
			V.V.6	40.14	
V.V.7			2,177.99		
VI	VI.I	6.91	VI.I.1	6.91	0.14
VII	VII.I	186.59	VII.I.1	44.56	3.84
			VII.I.2	142.03	
VIII	VIII.I	378.41	VIII.I.1	11.49	7.79
			VIII.I.2	5.59	
			VIII.I.3	191.24	
			VIII.I.4	105.74	
			VIII.I.5	64.35	
IX	IX.I	1,050.34	IX.I.1	1,050.34	21.61

Leyenda: G-P: Grupo de paisaje, Loc F-G: Localidad fisicogeográfica, PLG: Polígono de paisaje

Fuente: Elaboración propia.

## **5.2 Índice de degradación ambiental**

Este índice, que integra numerosas variables, permitirá la diferenciación de la degradación ambiental de la región físico-geográfica, a continuación, los resultados obtenidos en cada paso metodológico.

### **5.2.1 Matriz de datos originales (MDO)**

Se caracterizó la región fisicogeográfica a partir de las variables seleccionadas para obtener los indicadores a partir de los cuales se establece el índice de degradación ambiental de los paisajes; con sus datos se conformó la Matriz de Datos Originales (MDO), la cual por su extensión se encuentra en anexos (Anexo 1.3).

La MDO contiene en sus filas el polígono de paisaje y en sus columnas los datos, obtenidos de las fuentes antes explicadas. Muestra un total de 19 variables: usos de suelo, cantidad de industrias, degradación de suelo, disponibilidad de agua subterránea, población total, población nacida en otra entidad, longitud de carreteras población de 15 años y más analfabeta, población de 15 años y más con primaria incompleta, población de 15 años y más con primaria completa, población de 15 años y más con secundaria incompleta, población de 18 años y más con educación postbásica, población afiliada a servicios de salud, total de viviendas particulares habitadas, viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua, viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje, población económicamente activa, población de 12 años y más.

### **5.2.2 Matriz de datos índices (MDI)**

Para crear la matriz de indicadores e índices se establecieron grupos de indicadores propuestos en el capítulo metodológico: indicadores de modificación antropogénica, indicadores naturales, indicadores demográficos e indicadores socioeconómicos; que una vez evaluados, permiten establecer la degradación ambiental de los paisajes del territorio a través del índice de degradación ambiental. Ellos se calcularon para cada polígono de paisaje con la información de las variables presentes en la MDO.

Los indicadores de modificación antropogénica tienen como objetivo evaluar el paisaje partir de los elementos introducidos por el hombre. Dentro de este grupo se analizaron los siguientes indicadores: Índice de Antropización de la Cubierta Vegetal de los Paisajes (IACV) e Índice de Actividad industrial (AI).

Los indicadores naturales, tienen como objetivo evaluar el estado del paisaje, a partir de la intensidad o grado de transformación de sus componentes naturales más vulnerables vistos como recurso, en este grupo se encuentran: Degradación del suelo (DSG), Disponibilidad de agua subterránea (DA) y el Índice de deforestación (ID).

Los indicadores demográficos evalúan las condiciones y dinámicas demográficas en la región, mismas que intervienen en los procesos de degradación, entre estos indicadores encontramos: Densidad de Población (DP), Grado de urbanización (GU), y Atracción migratoria acumulada (AMA).

Los indicadores socioeconómicos evaluarán las condiciones sociales y económicas de los paisajes, muestran el estado que define una calidad de vida de su población, un nivel de satisfacción o degradación de sus necesidades. Se analizarán los indicadores: Índice de suficiencia vial, Engel (IE), Índice de rezago educativo (RE), Tasa de afiliación a servicios de salud (TASS), Índice de servicios básicos en la vivienda (ISBV), Tasa de actividad económica (TAE) y población económicamente activa (PEA).

Una vez realizado el cálculo de todos los indicadores, se conformó la Matriz de Datos Índices (MDI) en la cual ya no aparecen variables como tal, sino los resultados de las tasas e índices calculados, por su extensión la Matriz de Datos Índices (MDI) se encuentra en anexos (Anexo 1.4).

La MDI contiene los datos numéricos resultado del cálculo de los 14 indicadores estudiados (tasas e índices). A continuación, se presentan los resultados del cálculo de cada uno de los indicadores seleccionados, mismos que se resumen en la MDI.

### **Indicadores de modificación antropogénica**

#### *Índice de Antropización de la Cubierta Vegetal de los Paisajes (IACV)*

El cálculo se realizó con apoyo del sistema de información geográfica ArcGIS 10.4, los resultados se agruparon en 5 categorías las cuales fueron obtenidas del SIG mediante el método de natural breaks, dichas categorías muestran los diferentes grados de antropización de la cobertura vegetal presentes en los paisajes del área de estudio, los resultados se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7:** Categorías del IACV en la región f-g

<b>Valor</b>	<b>Categoría</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>% superficie</b>	<b>N° de polígonos</b>
< 0.44	muy bajo	282.86	5.82	4
0.45 -0.54	bajo	206.40	4.25	10
0.55 - 0.67	medio	366.63	7.54	10
0.68 -0.77	alto	2,590.66	53.30	18
> 0.78	muy alto	364.31	7.50	11

*Fuente:* Elaboración propia.



El índice de antropogenización muestra valores altos y muy altos de modificación y transformación de los paisajes en 29 polígonos que representan el 60.80% de la superficie de la región<sup>2</sup>; ello indica también una alta degradación ambiental en gran parte de la región, por lo que no se encuentran actualmente buenas condiciones ambientales en esos paisajes. La categoría media del IACV, se encuentra en 10 polígonos los cuales representan el 7.54% de la región, mientras que las categorías de bajo y muy bajo nivel de antropización suman un 10.07% de la región, al encontrarse en 14 polígonos de paisaje, que son los en los que en la actualidad hay menor antropización por lo tanto se considera que se encuentran en buenas condiciones ambientales.

La categoría muy alta del IACV está presente en las localidades V. II, V.IV y VI.I, (paisajes formados por planicies estructurales y planicies tectónicas) en toda su superficie, pero son localidades de muy pequeña extensión con uso agrícola intensivo. La categoría de alto índice de antropización está presente en la localidad V.V en casi su totalidad, este es un paisaje de planicies estructurales plegadas, con uso agrícola intensivo y muy urbanizadas, es la localidad de mayor superficie en la región con alto número de modificaciones antropogénicas en sus polígonos de paisaje; de manera similar ocurre en las localidades III.II y III.III pero de poca extensión, en planicies volcánicas con pendientes fuertes y uso agrícola predominante de temporal.

En la tabla 8 se muestran las categorías del índice para cada uno de los polígonos de paisaje de la región. Los valores muy altos del índice de modificación del paisaje se encuentran en paisajes de pequeña extensión, pero con agricultura intensiva de riego, sin coberturas de vegetación natural o antropizada. Sin embargo, los valores altos del índice se asocian a paisajes que ocupan grandes superficies como los polígonos, VIII.I.3 (191.4 km<sup>2</sup>) con amplias urbanizaciones y agricultura intensiva de riego, el polígono VII.I.2 (142.03 km<sup>2</sup>), muy urbanizado y el caso más extremo, el polígono V.V.7, con 2,178.08 km<sup>2</sup> de superficie, muy urbanizado, presencia de numerosas industrias y agricultura intensiva de riego muy tecnificada; este polígono deberá ser un área de priorización en la atención ambiental, al momento de definir las áreas de atención prioritarias (AAP).

En la figura 8 se presenta la diferenciación espacial por categorías del índice de antropización en los polígonos de paisaje. La mayor problemática de la modificación (alta y muy alta) se presenta en los paisajes de planicies que tienen usos agrícolas intensivos, con agricultura

---

<sup>2</sup> Se toma en cuenta el área total de la región al calcular los porcentajes, aunque en los cálculos se tomen en cuenta solo 53 polígonos, al excluir al Lago de Chapala.

de riego, fuertemente urbanizado, fuerte presencia industrial y ausencia de coberturas vegetales, estas categorías se encuentran en áreas como Zamora, Sahuayo, La Barca, Yurécuaro, Ocotlán y Jocotepec, mientras que las categorías más bajas del índice se encuentran en los paisajes de montañas y lomeríos volcánicos, con coberturas vegetales, usos de agricultura de temporal o permanente y baja urbanización.

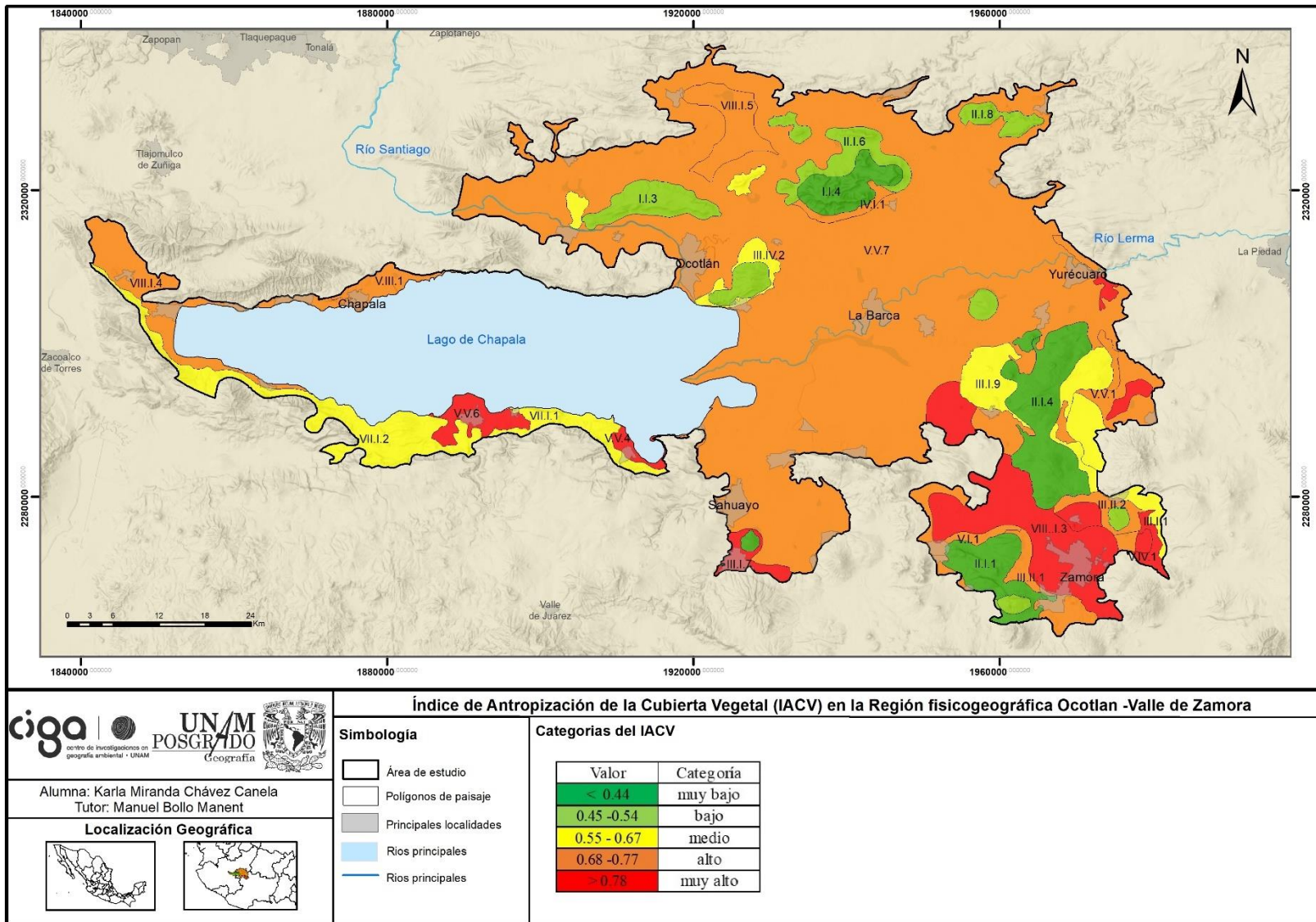
**Tabla 8:** IACV, por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Área Km <sup>2</sup>	Categoría	Loc F-G	PLG	Área Km <sup>2</sup>	Categoría
I.I	I.I.1	8.21	Bajo	III.IV	III.IV.3	8.1	Alto
	I.I.2	25.53	Bajo		III.IV.4	22.42	Medio
	I.I.3	58.23	Bajo	III.V	III.V.1	7.69	Alto
	I.I.4	59.13	Muy bajo	III.VI	III.VI.1	8.89	Medio
II.I	II.I.1	72.32	Muy bajo		III.VI.2	31.49	Medio
	II.I.2	5.01	Muy bajo	IV.I	IV.I.1	15.93	Muy alto
	II.I.3	6.84	Bajo		IV.I.2	5.91	Alto
	II.I.4	146.41	Muy bajo	V.I	V.I.1	34.24	Alto
	II.I.5	9.11	Medio	V.II	V.II.1	36.53	Muy alto
	II.I.6	53.4	Bajo	V.III	V.III.1	30.89	Alto
	II.I.7	10.18	Bajo	V.IV	V.IV.1	14.36	Muy alto
	II.I.8	25.82	Bajo	V.V	V.V.1	42.56	Alto
III.I	III.I.1	17.74	Medio		V.V.2	0.9	Alto
	III.I.2	5.58	Bajo		V.V.3	1.06	Alto
	III.I.3	10.43	Medio		V.V.4	12.5	Muy alto
	III.I.4	30.92	Medio		V.V.5	26.3	Alto
	III.I.5	0.55	Bajo		V.V.6	40.17	Muy alto
	III.I.6	24.11	Alto		V.V.7	2178.08	Alto
	III.I.7	1.51	Alto	VI.I	VI.I.1	6.91	Muy alto
	III.I.8	24.2	Muy alto	VII.I	VII.I.1	44.56	Medio
	III.I.9	5.4	Muy alto		VII.I.2	142.03	Medio
	III.I.10	49.01	Medio	VIII.I	VIII.I.1	11.49	Muy alto
III.II	III.II.1	16.26	Alto		VIII.I.2	5.59	Muy alto
	III.II.2	22.53	Alto		VIII.I.3	191.24	Muy alto
III.III	III.III.1	14.42	Alto		VIII.I.4	105.75	Alto
III.IV	III.IV.1	12.06	Bajo		VIII.I.5	64.35	Alto
	III.IV.2	5.98	Alto				

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeográfica, PLG: Polígono

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8:** Categorías del Índice de Antropización de la Cubierto Vegetal en la región fisicogeográfica.



Fuente: Elaboración propia

### *Índice de Actividad industrial*

La región fisicogeográfica en estudio es muy importante económicamente para los estados de Jalisco y Michoacán, pues en ella, además de una importante actividad agrícola y pecuaria, encontramos una gran cantidad de industrias las cuales incentivan la actividad económica de la región. Se identificaron un total de 302 empresas en la región, de las cuales el 73% se encuentran en el estado de Jalisco (222), y el 27% en el estado de Michoacán (80).

Se clasificaron las industrias de la región, realizando la diferenciación por número de empleados, se consideraron en el análisis 156 empresas de hasta 10 personas ocupadas, 56 empresas con personal de 31 a 50 personas, 32 con personal de 51 a 100, con personal de 101 a 250 personas se ubican 35 empresas, y 23 que ocupan más de 251 personas.

Las industrias de la región se encuentran distribuidas en 17 de los 54 polígonos de paisaje, se analizó la actividad industrial y se calculó el índice de actividad industrial, de acuerdo con el número de industrias presentes en cada polígono de paisaje, el índice muestra las siguientes categorías en la región fisicogeográfica (Tabla 9.)

**Tabla 9:** Categorías del Índice de actividad industrial en la región f-g

Valor	Categoría	Área km <sup>2</sup>	% superficie	N° de polígonos
0	Muy baja	828.84	17.05	36
1 - 2	Baja	442.04	9.09	11
3 - 6	Media	144.88	2.98	3
7 - 37	Alta	215.35	4.43	2
+ de 38	Muy alta	2,177.99	44.81	1

*Fuente:* Elaboración propia.

El polígono con muy alto índice de actividad industrial (V.V.7) es también el de mayor extensión geográfica, 44.81% de la región. Este paisaje está formado por planicies estructural-plegadas onduladas constituidas por depósitos aluviales, y en el predomina la agricultura tanto de temporal como de riego, se encuentran un total de 237 empresas, de las cuales 29 corresponden a la industria alimenticia, vinculadas a la producción agrícola en general (Tabla 10)

Las industrias más importantes en este paisaje son: La empresa “Su Carne”, ubicada entre los municipios de Tanhuato y Vista Hermosa dedicada a la producción y comercialización de proteína animal, tiene gran extensión y emplea más de 251 personas; las empresas de elaboración de alimento para animales como lo son: Avicampo, El Nogal, Effem México, 19 Hermanos, ubicadas en los municipios de Briseñas, Vista Hermosa, La Barca, Ocotlán. Destaca también la empresa “INDAMEX”, dedicada al pasteurizado y secado de productos lácteos, está ubicada en el

municipio de Villamar y emplea de 100 a 251 empleados. Aparecen 8 empresas en el rubro de industria de las bebidas, entre ellas las más importantes son las dedicadas a la elaboración de bebidas destiladas de agave como son: Tequila Patrón, Tequila El Viejito, Tequila 7 Leguas, Azul Agricultura. Es notoria la cantidad de industrias dedicadas a los materiales de construcción (154), que, aunque no emplean tanto personal como las anteriores tiene un gran impacto en los paisajes y causan su degradación. Encontramos un total de 3 bancos de material reconocidos, 1 cementera importante (CEMEX, ubicada en Ocotlán), y 150 ladrilleras. En la industria del plástico se identifican 3 empresas: Plásticos Hernández, Corosa y Mexichem soluciones. En la industria automovilística aparecen 6 establecimientos, de los cuales los más importantes son Grupo Yasaki y Tamiosa Construcción. En la industria de la minería identificamos 6 industrias, dedicadas principalmente a la industria del aluminio y la herrería. Otra de las industrias con mayor presencia en este polígono es la industria de la madera con 28 empresas, en las cuales sobresalen las fábricas de muebles localizadas en los municipios de Jamay, Ocotlán y Poncitlán.

La categoría alta del índice de actividad industrial se encuentra en los polígonos (VIII.I.3 y III.I.5). El paisaje VIII.I.3, formado por planicies fluvio-acumulativas subhorizontales constituidas por depósitos aluviales, en este polígono gran parte de la superficie es utilizada para la agricultura; en él se encuentran un total de 37 empresas, de las que 28 corresponden a la industria alimenticia, dentro de este rubro la principal rama es la dedicada a la congelación de frutas y verduras, empacadoras ubicadas en los municipios de Zamora y Jacona, y algunas otras empresas dedicadas a la elaboración de dulces y embutidos; en cuanto a la industria de las bebidas encontramos 2 establecimientos dedicados a la elaboración de refrescos y hielo. La industria del plástico presenta un total de 3 empresas dedicadas principalmente a la fabricación de bolsas y películas de plástico flexible; se encuentra en este polígono una empresa dedicada a la elaboración de productos de celulosa, en el rubro de impresiones láser; también se presenta actividad en la industria de la minería metálica, 2 empresas dedicadas al trabajo del aluminio y 1 empresa de la industria de la madera “MM Grupo Mueblero Industrial de Zamora” en la cual se emplean de 31 a 50 personas.

El paisaje III.I.5, de planicies volcánicas acolinadas constituidas por rocas extrusivas básicas; en este polígono se encuentra principalmente superficie dedicada a la agricultura y algunos fragmentos de vegetación secundaria. Cuenta con un total de 6 empresas de las cuales la mitad están dedicadas a la industria alimenticia, ubicadas en el municipio de Jacona, 2 son empacadoras de congelación de frutas y verduras (Driscolls y Gutmar) y 1 de elaboración de derivados y

productos lácteos; además, 1 empresa de la industria de las bebidas “Agua purificadora El Teco”; se encuentra también una ladrillera y una empresa dedicada a la fabricación de productos de herrería.

**Tabla 10:** Índice de actividad industrial por polígono de paisaje para la región f-g.

Loc F-G	PLG	Act. Industrial	Categoría
II.I	II.I.4	1	Baja
III.I	III.I.5	6	Alta
III.I	III.I.6	1	Baja
III.I	III.I.7	3	Media
III.II	III.II.1	4	Media
III.IV	III.IV.2	1	Baja
III.IV	III.IV.3	1	Baja
III.V	III.V.1	1	Baja
III.VI	III.VI.1	1	Baja
V.I	V.I.1	1	Baja
V.III	V.III.1	1	Baja
V.V	V.V.1	1	Baja
V.V	V.V.7	237	Muy alta
VII.I	VII.I.1	2	Baja
VIII.I	VIII.I.3	37	Alta
VIII.I	VIII.I.4	3	Media
VIII.I	VIII.I.5	1	Baja

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeográfica, PLG: Polígono

Fuente: Elaboración propia

La categoría media del índice de actividad industrial se encuentra en 3 polígonos, III.II.1, III.I.7 y VIII.I.4. Los polígonos III.II.1 y III.I.7, conformados por paisajes de planicies tectónico-volcánicas acolinadas constituidas por rocas detríticas gruesas y cubiertas por depósitos de caída, tienen predominio de agricultura lo cual se relaciona con la actividad industrial. El polígono III.II.1 presenta un total de 4 industrias, las cuales se encuentran dentro de la industria alimenticia y son congeladoras de frutas y verduras en el municipio de Jacona, entre ellas: Opus, Interfrut y Bonfil. El polígono III.I.7 tiene presencia de 3 industrias, 2 de la industria alimenticia: Molino de trigo y Productos lácteos Flores ubicadas en el municipio de Jiquilpan, y una dedicada a la industria de las bebidas Agua light.

En el polígono VIII.I.4, formado por paisajes de planicies fluvio-acumulativas subhorizontales constituidas por depósitos aluviales, aparecen 3 industrias ubicadas en el municipio de Jocotepec, una dedicada a la industria alimenticia (Driscolls), una de la industria de

productos de celulosa (Graphipack), y una dedicada a la industria de los materiales de construcción (Jocomarmol).

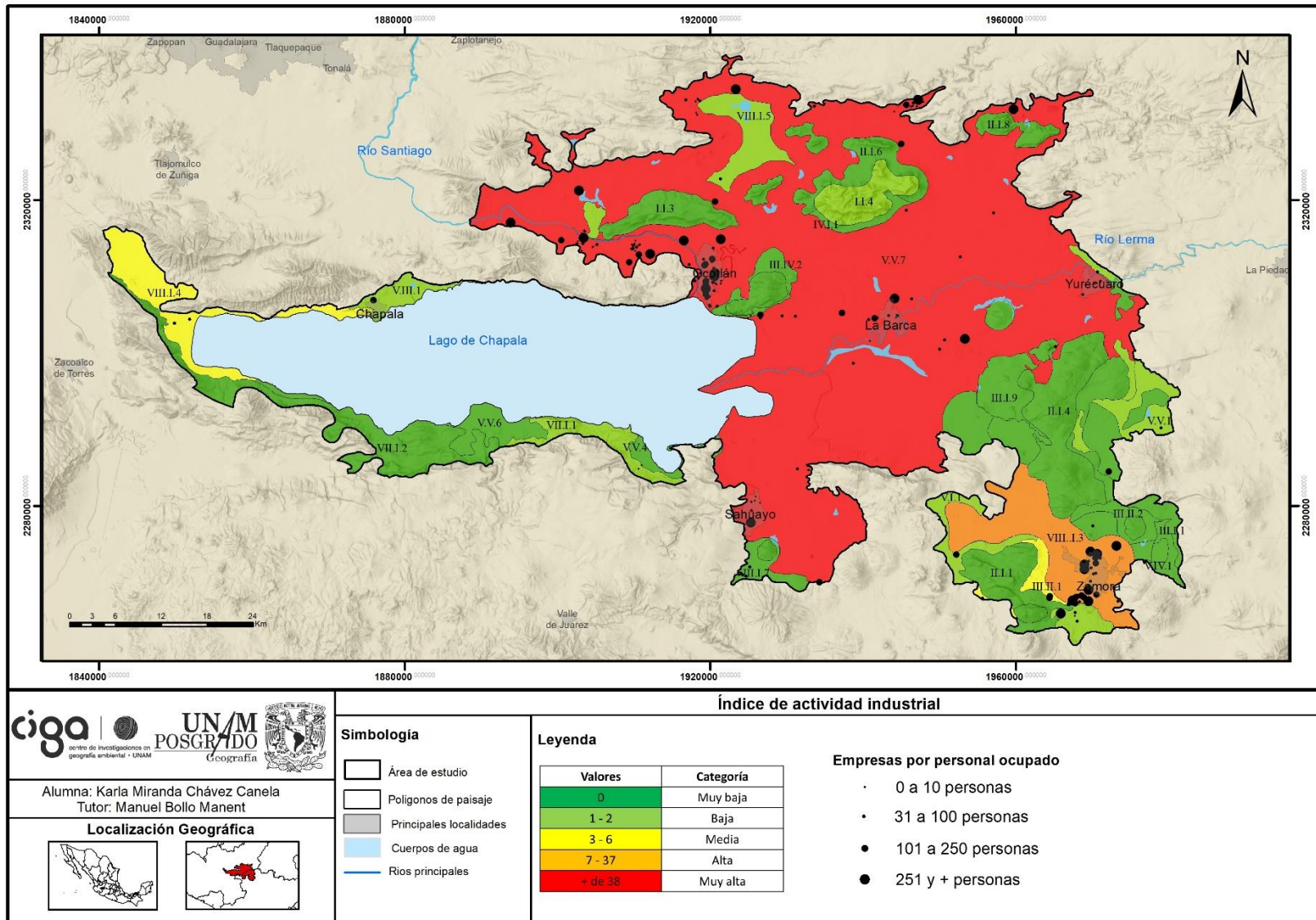
La categoría de baja actividad industrial está presente en 11 polígonos, uno de ellos, el polígono VII.I.1 formado por lomeríos cársicos constituidos por rocas sedimentarias carbonatadas, dadas las características del propio paisaje encontramos 2 ladrilleras, consideradas empresas de la industria de materiales de construcción.

También con baja actividad industrial encontramos los polígonos III.I.6, de planicies volcánicas acolinadas con la Maquiladora Gaby (Congeladora) en el municipio de Santiago Tangamandapio; el III.V.1, formado por planicies tectónico-volcánicas onduladas, en el cual se encuentra la empresa Villa Avocado (Elaboración de aceites y grasas vegetales) en el municipio de Ecuandureo; el III.VI.1, polígono formado por planicies tectónico-volcánicas acumulativas en el cual se encuentra la empresa Frutas y especialidades de exportación (Congeladora de frutas y verduras) en el municipio de Zamora; el polígono V.III.1, formado por paisajes de planicies estructural-plegadas acolinadas y en él se encuentra la empresa Productos Sane de Chapala (Conservación de guisos y otros alimentos), y el polígono V.V.1, paisajes de planicies estructural-plegadas onduladas, dónde se encuentra la Maquiladora Ecuandureo (Beneficio de productos agrícolas).

En el polígono V.I.1, de planicies estructural-plegadas acolinadas, se encuentra la empresa Comercializadora de plásticos de alta calidad (en el municipio de Chavinda). Los polígonos II.I.4 con paisajes de lomeríos volcánicos y III.IV.2 de planicies volcánicas onduladas contienen cada uno de ellos una empresa dedicada a los materiales de construcción, un banco de material en Tanhuato y una ladrillera en Jamay, respectivamente. Al interior del polígono III.IV.3 formado por planicies volcánicas onduladas se encuentra una empresa dedicada a la elaboración de joyería de metales en el municipio de Ayotlán, mientras que en el polígono VIII.I.5, formado por paisajes de planicies volcánicas acolinadas, se ubica una fábrica de muebles ubicada en el municipio de Tototlán.

La categoría muy baja del índice de actividad industrial se encuentra en 36 polígonos de paisaje, en los cuales no se tiene presencia de empresas importantes, con el personal ocupado tomado como base. Los resultados del indicador para la región muestran que la mayor actividad industrial se encuentra principalmente cerca de las ciudades de Ocotlán y Zamora (Figura 9).

**Figura 9:** Categorías del Índice de Actividad Industrial.



Fuente: Elaboración propia, con información de DENUE, (INEGI, 2022).



## Indicadores naturales

### *Degradación del suelo*

Para el cálculo de este indicador se analizaron 2 variables de la degradación del suelo, el tipo de degradación y la intensidad de esta, sin embargo al analizar los resultados y las categorías resultantes de estas 2 variables, se optó por utilizar la intensidad de la degradación de suelo como el indicador que se tomará en cuenta para el cálculo del índice de degradación de los paisajes.

En la región fisicogeográfica se encontraron 3 tipos de degradación de suelo<sup>3</sup> y 3 grados de intensidad (los resultados generales para la región fisicogeográfica se muestran en la Tabla 11).

**Tabla 11:** Tipos y grados de degradación del suelo, en la región fisicogeográfica.

<b>TIPO</b>	Área km <sup>2</sup>	% del área total
Degradación física por pérdida de la función productiva	62.04	1.28
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	2,950.39	60.70
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	527.95	10.86
Sin degradación aparente	269.16	5.54
<b>GRADO</b>	Área km <sup>2</sup>	% del área total
Ligero	858.77	17.67
Moderado	2,619.57	53.90
Extremo	62.03	1.28
Sin degradación aparente	269.17	5.54

*Fuente:* Semarnat (2012)

La degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, es el tipo de degradación más predominante en la región (60.70%) y se encuentra presente principalmente en 3 localidades fisicogeográficas: en la localidad V.V, formada por planicies estructural-plegadas onduladas ocupa una superficie equivalente al 94% de la localidad, en la localidad VIII.I de planicies fluvio-acumulativas subhorizontales está presente en un 88% de la localidad y en la localidad VII.I constituida por lomeríos cárnicos, en una superficie equivalente al 67% de la misma.

La erosión hídrica con pérdida del suelo superficial está presente también en un 10.86% de la región, principalmente con un 99% de la localidad II.I formada por lomeríos volcánicos, y en un 51% de la localidad I.I, formada por montañas volcánicas.

El tipo de degradación con menor presencia en la región es la degradación física por pérdida de la función productiva, ocupa tan solo el 1.28% de la superficie de la región, se encuentra

<sup>3</sup> Es importante mencionar que la degradación del suelo se estudió tomando en cuenta solo la superficie terrestre, por tal motivo el Lago de Chapala que corresponde a la localidad XVIII no se está analizando.

principalmente en las siguientes localidades: en un 66% de la localidad V.III formada por planicies estructural-plegadas acolinadas, en un 10% de la localidad III.I de planicies volcánicas acolinadas y en un 4% de la localidad VIII.I formada por planicies fluvio-acumulativas subhorizontales.

El área de estudio tiene una superficie de 4860.43 km<sup>2</sup>, de esta superficie solo 3,809.54 km<sup>2</sup> es superficie terrestre (excluyendo el lago de Chapala) lo cual equivale al .20% de la superficie terrestre nacional<sup>4</sup>, de esta superficie el 5.54% se encuentra sin degradación aparente, es una cifra importante pues un 55.1% de la superficie a nivel nacional no muestra degradación aparente. SEMARNAT y CP (2003), consideran que la superficie sin degradación aparente "...incluye terrenos estables bajo condiciones naturales o de influencia humana que, debido a sus características de cobertura vegetal no perturbada, no presentan procesos de degradación provocados por el hombre, también considera tierras sin vegetación y con influencia humana casi imperceptible..."

Para estudiar su diferenciación más detalladamente, en los 53 polígonos de paisajes se calcularon las superficies de cada tipo de degradación y de 4 categorías a nivel de localidad f-g. Al combinar los tipos de degradación en cada polígono de paisaje, como se explicó en la metodología para el cálculo del indicador, se obtuvieron 6 tipos. Los resultados generales se muestran en la Tabla 12 y Figura 10. La tabla completa del procedimiento por su extensión se encuentra en anexos, Anexo 1.5.

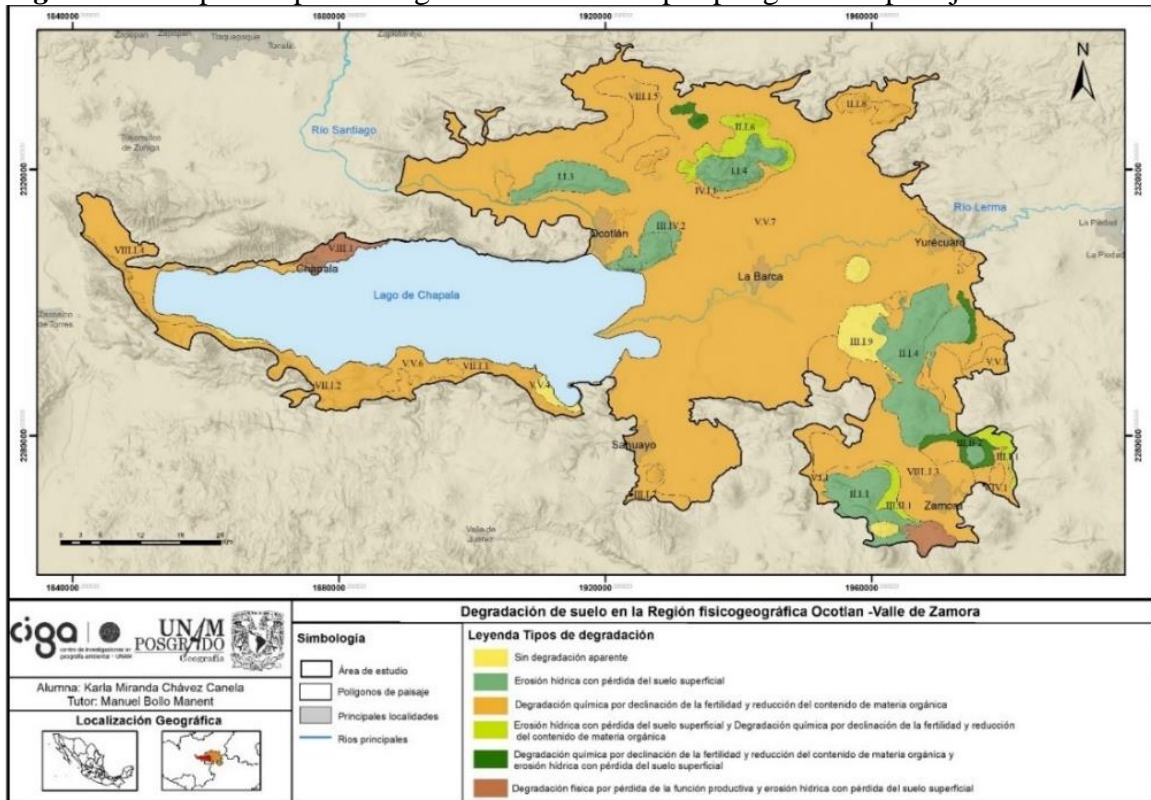
**Tabla 12:** Tipos de degradación, superficie y porcentaje del área total en los polígonos de paisaje.

Categoría	Tipo de degradación	Área km <sup>2</sup>	% del área total	Polígonos
1	Sin degradación aparente	87.83	1.81	6
2	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	423.80	8.72	10
3	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	3114.71	64.08	29
4	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial y degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	87.22	1.79	3
5	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica y erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	40.98	0.84	3
6	Degradación física por pérdida de la función productiva y erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	55.01	1.13	2

Fuente: Elaboración propia.

<sup>4</sup> No incluye cuerpos de agua, asentamientos humanos, zonas urbanas, regiones desprovistas de vegetación y superficie insular

**Figura 10:** Mapa de tipos de degradación de suelo por polígonos de paisajes



*Fuente:* elaboración propia

En cuanto a la intensidad de la degradación, se encontraron en la región tres grados de degradación, (moderado, ligero y extremo) de los cuales el que predomina es el grado moderado que ocupa 53.90% del área total; a continuación, se encuentra el grado ligero con un 17.67% y el grado de menor presencia tiene en la región es el extremo en tan solo un 1.28%.

El grado de intensidad moderado se presenta principalmente en la localidad V.V de planicies estructural-plegadas onduladas en 86% de su superficie, en la localidad VII.I está presente en un 85% de la misma la cual está formada por planicies fluvio-acumulativas subhorizontales, y en un 19% de la localidad II.I de montañas volcánicas.

Las principales localidades f-g con intensidad ligera de degradación de suelo son: la localidad V.V, formada por planicies estructural-plegadas onduladas en un 11% de su superficie, un 60% de la localidad II.I de lomeríos volcánicos y en un 90% de la localidad I.I de montañas volcánicas.

La intensidad con menor presencia (extremo), está presente principalmente en 66% de la localidad V.III de planicies estructural-plegadas acolinadas, 10% de la localidad III.I formada de planicies volcánicas acolinadas y en 4% de la localidad VIII.I de planicies fluvio-acumulativas subhorizontales.

Para estudiar su diferenciación más detalladamente, en los 53 polígonos de paisajes se calcularon las superficies de cada grado de intensidad de la degradación y de las 4 categorías a nivel de localidad f-g, al combinar la intensidad de degradación en cada polígono de paisaje se obtuvieron 5 categorías de intensidad, los resultados generales se muestran en la Tabla 13. La tabla completa del procedimiento, por su extensión, se encuentra en anexos (Anexo 1.6.).

**Tabla 13:** Intensidad de la degradación, superficie y porcentaje del área total en polígonos de paisaje

Categoría	Intensidad de degradación	Área km <sup>2</sup>	% del área total	Polígonos
1	Sin degradación aparente	87.83	1.81	6
2	Ligero	676.12	13.91	16
3	Ligero a moderado	2,868.74	59.02	22
4	Moderado	55.01	1.13	2
5	Extremo	121.85	2.51	7

*Fuente:* Elaboración propia.

En el mapa de intensidad de degradación, se aprecia que la superficie con intensidad de degradación ligera tiene cierta importancia pues se encuentra principalmente en paisajes de lomeríos y montañas y su superficie equivale al 21.47% de la región. Los polígonos que presentan intensidad extrema se encuentran uno al noroeste de la región (III.I.5) y el otro al suroeste (V.III.1), y uno de ellos se encuentra en una zona importante económicamente para el estado de Jalisco, pues desde ahí se aprecia el Lago de Chapala, como atractivo turístico (Tabla 14, Figura 11).

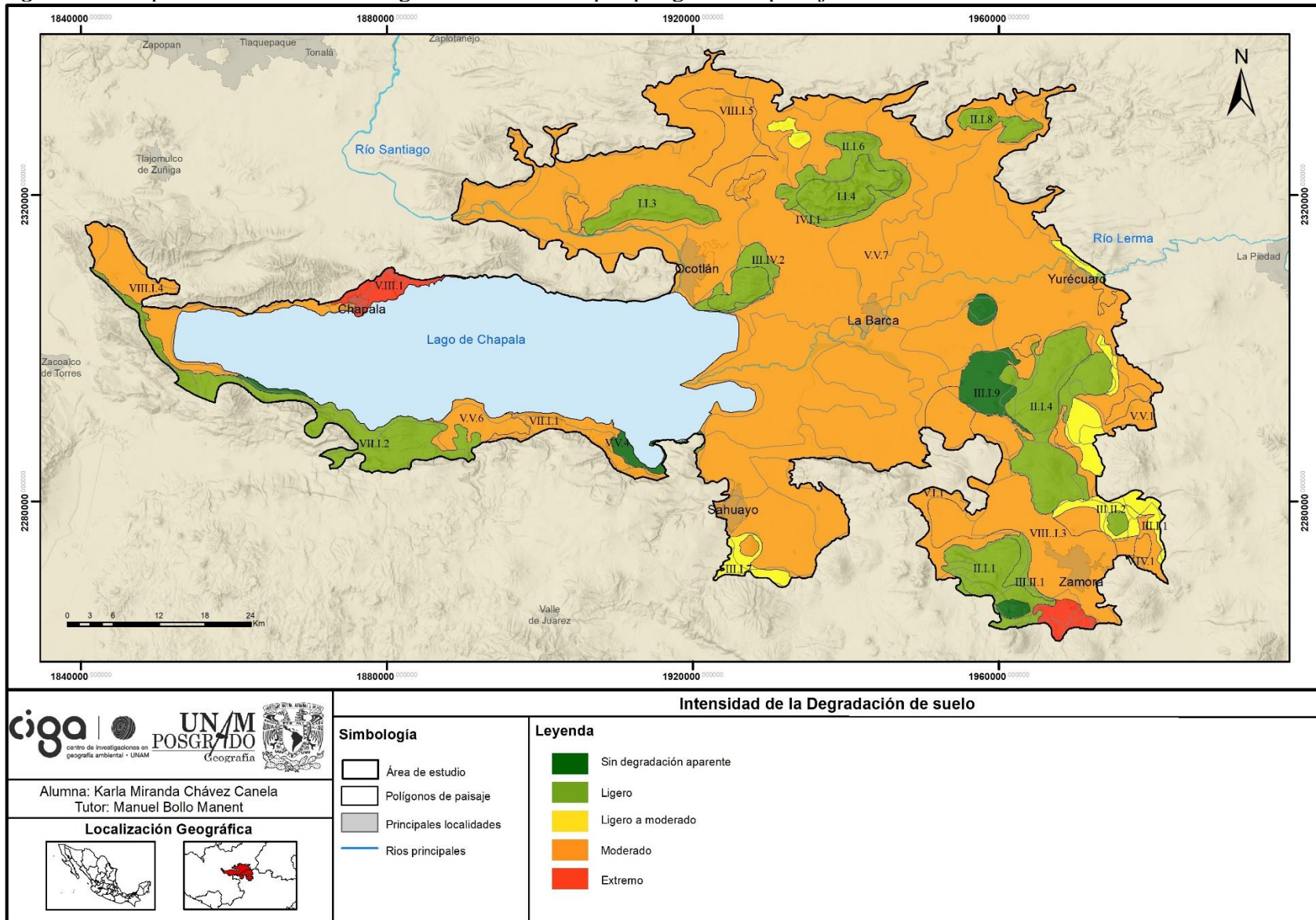
Es notable la presencia de la intensidad moderada en grandes superficies, estas superficies están principalmente conformadas por paisajes de planicies. Sin duda deben tomarse en cuenta pues los paisajes que presentan intensidad moderada, si no son protegidos, en un futuro cercano pueden pasar a una intensidad extrema y crearse situaciones críticas en las cuales será muy difícil crear acciones para su beneficio que permitan revertir los daños ya causados.

**Tabla 14:** Intensidad de degradación de suelo por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Área km <sup>2</sup>	Intensidad	Tipo
I.I	I.I.1	8.21	Sin degradación aparente	1
	I.I.2	25.53	Ligero	2
	I.I.3	58.23	Ligero	2
	I.I.4	59.13	Ligero	2
II.I	II.I.1	72.32	Ligero	2
	II.I.2	5.01	Moderado	3
	II.I.3	6.84	Ligero	2
	II.I.4	146.41	Ligero	2
	II.I.5	9.11	Moderado	3
	II.I.6	53.4	Ligero	4
	II.I.7	10.18	Ligero a moderado	6
	II.I.8	25.82	Ligero	3
III.I	III.I.1	17.74	Ligero a moderado	4
	III.I.2	10.43	Moderado	3
	III.I.3	30.92	Ligero	2
	III.I.4	0.55	Ligero	2
	III.I.5	24.11	Extremo	6
	III.I.6	1.51	Ligero	2
	III.I.7	23.88	Ligero a moderado	3
	III.I.8	5.4	Sin degradación aparente	1
	III.I.9	49.01	Sin degradación aparente	1
	III.I.10	5.58	Moderado	3
III.II	III.II.1	16.26	Ligero	4
	III.II.2	22.53	Ligero a moderado	5
III.III	III.III.1	5.98	Moderado	3
III.IV	III.IV.1	8.1	Ligero a moderado	5
	III.IV.2	22.42	Ligero	2
	III.IV.3	7.69	Ligero a moderado	3
	III.IV.4	8.89	Moderado	3
III.V	III.V.1	31.49	Ligero a moderado	3
III.VI	III.VI.1	15.93	Moderado	3
	III.VI.2	5.91	Moderado	3
IV.I	IV.I.1	14.42	Ligero	3
	IV.I.2	12.06	Sin degradación aparente	1
V.I	V.I.1	34.24	Moderado	3
V.II	V.II.1	36.53	Moderado	3
V.III	V.III.1	30.88	Extremo	6
V.IV	V.IV.1	14.36	Moderado	3
V.V	V.V.1	42.56	Moderado	3
	V.V.2	0.9	Ligero	3
	V.V.3	0.82	Sin degradación aparente	1
	V.V.4	12.47	Sin degradación aparente	1
	V.V.5	26.3	Moderado	3
	V.V.6	40.14	Moderado	3
	V.V.7	2,177.99	Moderado	3
VII.I	VII.I.1	6.91	Moderado	3
VII.I	VII.I.1	44.56	Moderado	3
	VII.I.2	142.03	Ligero	3
VIII.I	VIII.I.1	11.49	Moderado	3
	VIII.I.2	5.59	Moderado	3
	VIII.I.3	191.24	Moderado	3
	VIII.I.4	104.74	Moderado	3
	VIII.I.5	64.35	Moderado	3

Leyenda: Loc F-G:Localidad fisicogeografica, PLG:Poligono de paisaje, Tipos: 1.Sin degradación aparente, 2. Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial, 3.Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, 4. Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial y degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, 5. Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica y erosión hídrica con pérdida del suelo superficial, 6. Degradación física por pérdida de la función productiva y erosión hídrica con pérdida del suelo superficial. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 11:** Mapa de intensidad de la degradación de suelo por polígonos de paisajes



Fuente: Elaboración propia

### ***Disponibilidad de agua***

El índice de disponibilidad de agua se analizó como la disponibilidad de agua subterránea para el año 2020, tomando la variable de Disponibilidad Media Anual (DMA). Los resultados de DMA en la región muestran que en la actualidad existe un déficit de suministro de aguas subterráneas, la disponibilidad positiva se encuentra principalmente en los paisajes que comparten los acuíferos Huejotitlan, Chapala y Lagunas los cuales se encuentran en tan solo un 3.90% del área total de la región (Tabla de acuíferos de la región en Anexo 1.7).

Se establecieron los valores de Disponibilidad Media Anual (DMA) de agua subterránea por polígono de paisaje, y se clasificaron en 3 categorías: Alto déficit ( -39.62 a -12hm<sup>3</sup>), déficit (-11 a 0 hm<sup>3</sup>) y baja disponibilidad (0 a .92 hm<sup>3</sup>), los resultados se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15:** Categorías del Índice de disponibilidad de agua en la región f-g

Valor	Categoría	Área km <sup>2</sup>	% superficie	N° de polígonos
-39.62 a -12 hm <sup>3</sup>	alto déficit	2543.6	52.33	14
-11 a 0 hm <sup>3</sup>	déficit	1124.48	23.14	35
0 a .92 hm <sup>3</sup>	baja disponibilidad	141.02	2.90	4

*Fuente:* Elaboración propia.

Los resultados muestran que la mayor parte de la región (52%) se encuentra en la categoría de alto déficit de disponibilidad de agua subterránea, con valores negativos de hasta -39.62 hm<sup>3</sup> esto es debido a que se están explotando los acuíferos con cantidades superiores a las que estos pueden recuperar de manera natural. De igual manera la categoría de déficit muestra valores negativos de disponibilidad de agua, y se encuentra en 35 polígonos de paisaje que representan el 23% de la región.

La categoría baja disponibilidad, es la única que presenta valores positivos de disponibilidad de agua en la región, esta categoría se encuentra en 4 polígonos de paisaje ubicados en el noroeste de la región, estos polígonos son: III.I.8 formado por planicies volcánicas acolinadas, V.III.1 de planicies estructural-plegadas acolinadas, VIII.I.4 planicies fluvio-acumulativas subhorizontales (Tabla 16).

En la figura 12 se muestra la distribución de las categorías de disponibilidad de agua subterránea en la región fisicogeográfica, es alarmante observar la superficie en la que se presentan valores negativos, pues abarcan más del 75% de la región, esto sin duda se relacionará con un alto índice de degradación de estos paisajes, pues el elemento agua es de vital importancia para el buen estado de los paisajes, y para impulsar el desarrollo en una región, en particular en una región agrícola.

**Tabla 16:** Índice de disponibilidad de agua por polígono de paisaje

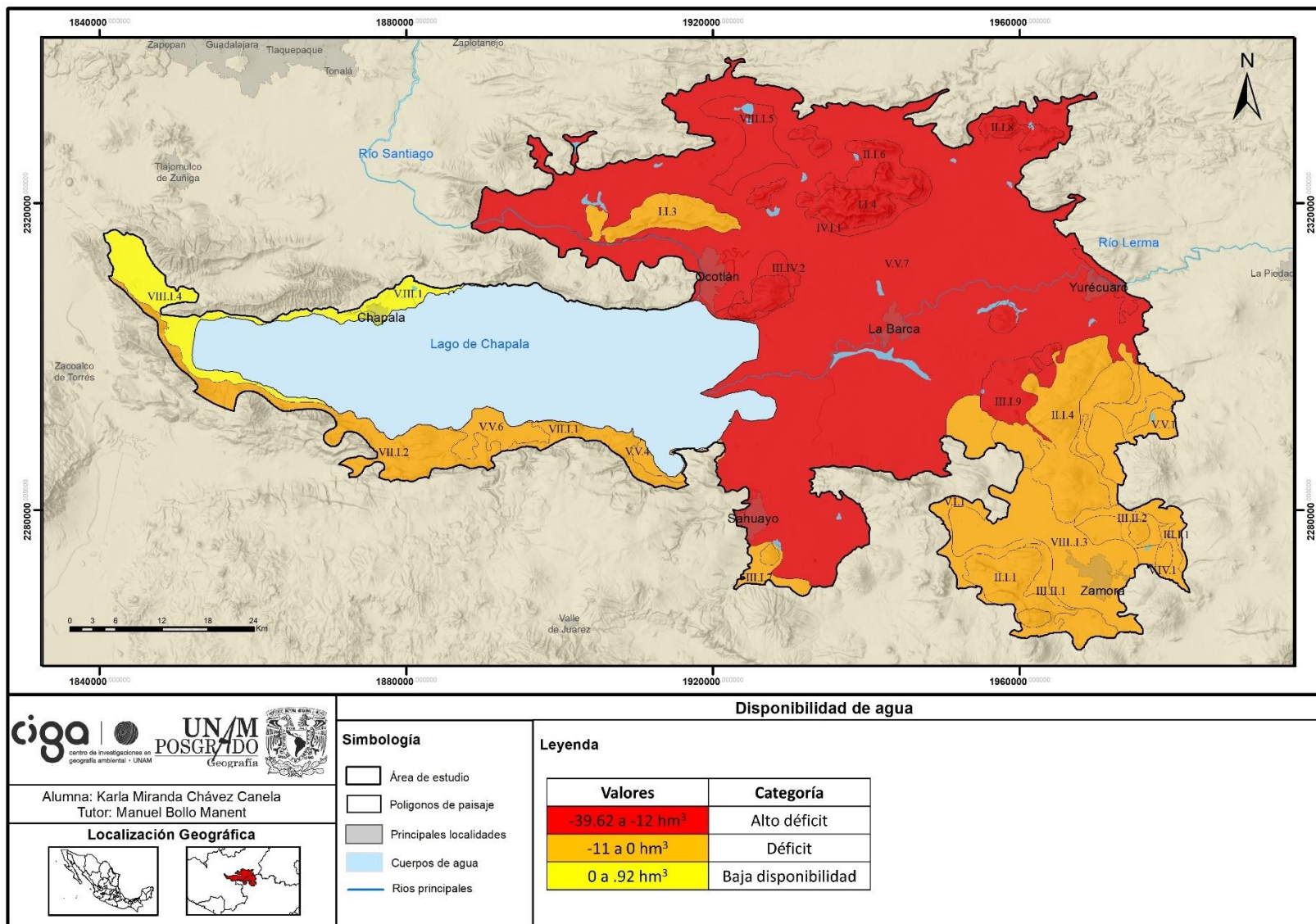
Loc F-G	PLG	Área km <sup>2</sup>	Categoría
I.I	I.I.1	8.21	Déficit
	I.I.2	25.53	Alto déficit
	I.I.3	58.23	Déficit
	I.I.4	59.13	Alto déficit
II.I	II.I.1	72.32	Déficit
	II.I.2	5.01	Déficit
	II.I.3	6.84	Déficit
	II.I.4	146.41	Déficit
	II.I.5	9.11	Alto déficit
	II.I.6	53.4	Alto déficit
	II.I.7	10.18	Alto déficit
	II.I.8	25.82	Alto déficit
III.I	III.I.1	17.74	Déficit
	III.I.2	10.43	Déficit
	III.I.3	30.92	Déficit
	III.I.4	0.55	Déficit
	III.I.5	24.11	Déficit
	III.I.6	1.51	Déficit
	III.I.7	23.88	Déficit
	III.I.8	5.4	Baja disponibilidad
	III.I.9	49.01	Alto déficit
	III.I.10	5.58	Alto déficit
III.II	III.II.1	16.26	Déficit
	III.II.2	22.53	Déficit
III.III	III.III.1	5.98	Déficit
III.IV	III.IV.1	8.1	Déficit
	III.IV.2	22.42	Alto déficit
	III.IV.3	7.69	Alto déficit
	III.IV.4	8.89	Déficit
III.V	III.V.1	31.49	Déficit
III.VI	III.VI.1	15.93	Déficit
	III.VI.2	5.91	Déficit
IV.I	IV.I.1	14.42	Alto déficit
	IV.I.2	12.06	Alto déficit
V.I	V.I.1	34.24	Déficit
V.II	V.II.1	36.53	Déficit
V.III	V.III.1	30.88	Baja disponibilidad
V.IV	V.IV.1	14.36	Déficit
	V.V.1	42.56	Déficit
	V.V.2	0.9	Déficit
	V.V.3	0.82	Déficit
	V.V.4	12.47	Déficit
	V.V.5	26.3	Déficit
	V.V.6	40.14	Déficit
V.V.7	2,177.99	Alto déficit	
VI.I	VI.I.1	6.91	Alto déficit
VII.I	VII.I.1	44.56	Déficit
	VII.I.2	142.03	Déficit
VIII.I	VIII.I.1	11.49	Déficit
	VIII.I.2	5.59	Déficit
	VIII.I.3	191.24	Déficit
	VIII.I.4	104.74	Baja disponibilidad
	VIII.I.5	64.35	Alto déficit

Leyenda: Loc F-G:Localidad fisicogeografica, PLG:Poligono de paisaje

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 12:** Mapa de disponibilidad de agua subterránea por polígono de paisaje (2020)



Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA 2020.

### ***Índice de deforestación***

La región en general presenta cobertura vegetal natural aproximadamente en 4% de su superficie, en el otro 96% se asume que la vegetación natural en algún momento fue deforestada. Los resultados obtenidos del cálculo de este indicador muestran niveles de deforestación para los polígonos de paisaje desde 3.95% a 100% de su superficie, estos valores fueron clasificados en 5 categorías las cuales se muestran en la tabla 17.

**Tabla 17:** Categorías del Índice de deforestación en la región f-g

<b>Valor</b>	<b>Categoría</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>% superficie</b>	<b>N° de polígonos</b>
0% - 30%	Muy baja	163.47	3.36	5
31% - 70%	Baja	72.94	1.50	5
71% - 90%	Media	137.68	2.83	6
91% - 97%	Alta	452.02	9.30	10
98% -100	Muy alta	2,982.99	61.37	27

*Fuente:* Elaboración propia.

En la región predomina la categoría muy alta de deforestación, esta se encuentra en 27 polígonos de paisaje en una superficie equivalente al 61.37% de la región, en la categoría de deforestación alta se encuentran 10 polígonos los cuales representan el 9.30% de la región, dentro de estas categorías se encuentran aquellos polígonos que en la actualidad tienen menos del 10% de su superficie con cobertura vegetal natural.

La categoría media del índice de deforestación se encuentra en 6 polígonos los cuales representan el 2.83% de la superficie de la región, mientras que las categorías baja y muy baja están conformadas por 5 polígonos cada una, estos son los que se consideran con menor problema de deforestación en la región, dentro de la categoría baja (1.50%) se encuentran los polígonos: I.I.1, II.I.5, II.I.8, III.I.1, IV.I.2, y en la categoría muy baja (3.36%) los polígonos: I.I.2, I.I.3, II.I.1, II.I.3, III.I.4, (Tabla 18).

En la figura 13 se aprecia la distribución de las categorías del índice de deforestación en la región, los polígonos con categoría muy alta, y que tienen una superficie importante en la región son principalmente los polígonos: V.V.7, equivalente al 44.81% de la región; VIII.I.3, con un 3.93% de la región y el polígono VII.I.2, con el 2.92% de la misma. Estos polígonos deben considerarse de atención, por la intensidad de deforestación que presentan y la superficie que abarcan de la región, pues este es uno de los indicadores que influye directamente en la degradación de los paisajes, por la sustitución de la vegetación natural.

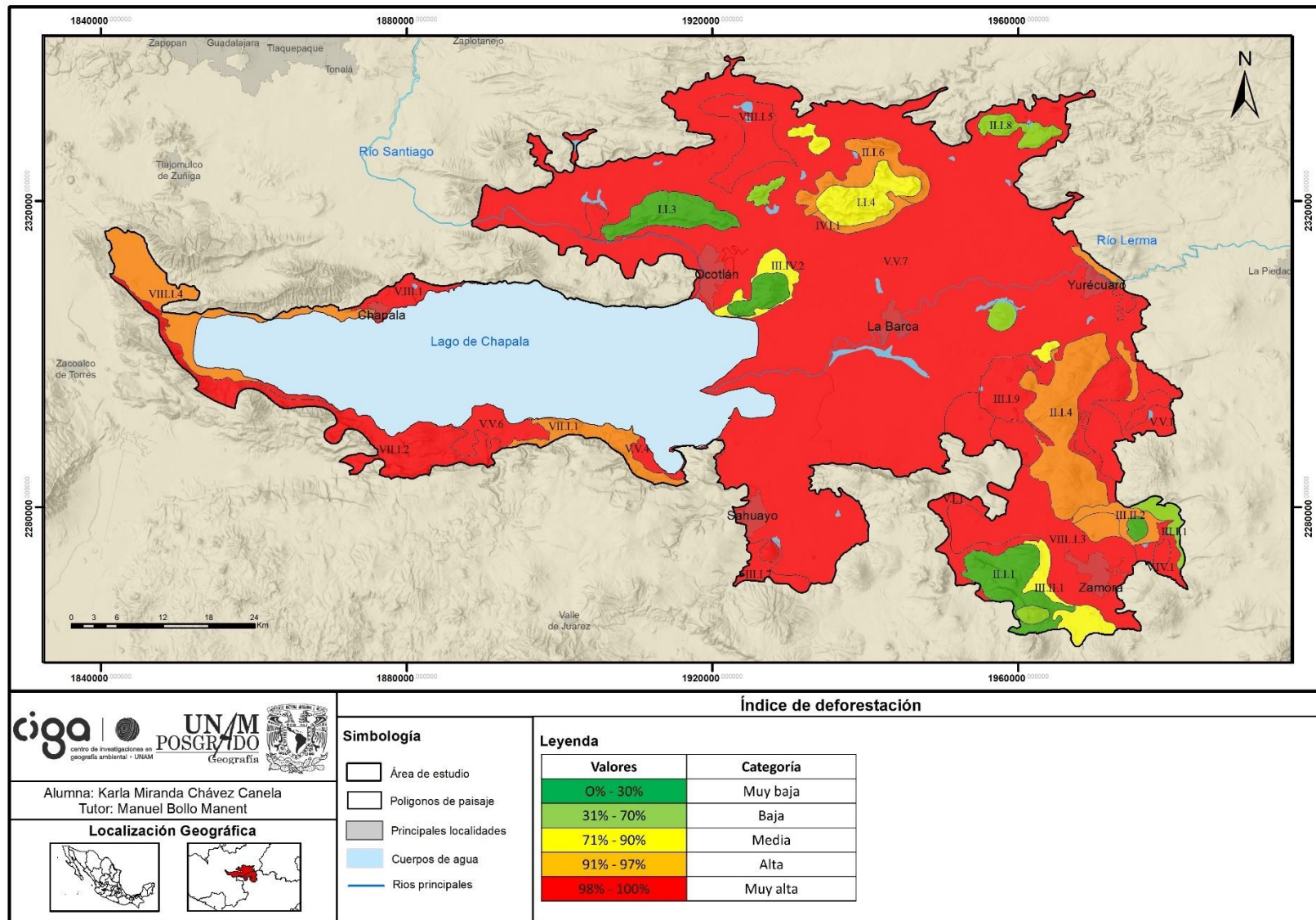
**Tabla 18:** Índice de deforestación por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Área km <sup>2</sup>	Categoría
I.I	I.I.1	8.21	Baja
	I.I.2	25.53	Muy baja
	I.I.3	58.23	Muy baja
	I.I.4	59.13	Media
II.I	II.I.1	72.32	Muy baja
	II.I.2	5.01	Muy alta
	II.I.3	6.84	Muy baja
	II.I.4	146.41	Alta
	II.I.5	9.11	Baja
	II.I.6	53.4	Alta
	II.I.7	10.18	Media
	II.I.8	25.82	Baja
III.I	III.I.1	17.74	Baja
	III.I.2	10.43	Muy alta
	III.I.3	30.92	Muy alta
	III.I.4	0.55	Muy baja
	III.I.5	24.11	Media
	III.I.6	1.51	Muy alta
	III.I.7	23.88	Muy alta
	III.I.8	5.4	Muy alta
	III.I.9	49.01	Muy alta
	III.I.10	5.58	Media
III.II	III.II.1	16.26	Media
	III.II.2	22.53	Alta
III.III	III.III.1	5.98	Muy alta
III.IV	III.IV.1	8.1	Alta
	III.IV.2	22.42	Media
	III.IV.3	7.69	Alta
	III.IV.4	8.89	Muy alta
III.V	III.V.1	31.49	Muy alta
III.VI	III.VI.1	15.93	Alta
	III.VI.2	5.91	Muy alta
IV.I	IV.I.1	14.42	Alta
	IV.I.2	12.06	Baja
V.I	V.I.1	34.24	Alta
V.II	V.II.1	36.53	Muy alta
V.III	V.III.1	30.88	Muy alta
V.IV	V.IV.1	14.36	Muy alta
V.V	V.V.1	42.56	Muy alta
	V.V.2	0.9	Muy alta
	V.V.3	0.82	Muy alta
	V.V.4	12.47	Muy alta
	V.V.5	26.3	Muy alta
	V.V.6	40.14	Muy alta
	V.V.7	2,177.99	Muy alta
VI.I	VI.I.1	6.91	Muy alta
VII.I	VII.I.1	44.56	Alta
	VII.I.2	142.03	Muy alta
VIII.I	VIII.I.1	11.49	Muy alta
	VIII.I.2	5.59	Muy alta
	VIII.I.3	191.24	Muy alta
	VIII.I.4	104.74	Alta
	VIII.I.5	64.35	Muy alta

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Polígono de paisaje.

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020).

**Figura 13:** Mapa del índice de deforestación por polígono de paisaje en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia con información de Conabio 2016

## Indicadores demográficos

### *Densidad de población*

Se calculó la densidad de población para los paisajes de la región fisicogeográfica que cuentan con población, los resultados obtenidos se clasificaron en 5 categorías. La tabla 19 muestra los resultados así como el área y población de cada una de las categorías.

**Tabla 19:** Categorías de la densidad de población en la región f-g

Hab/km <sup>2</sup>	Categoría	Polígonos	Área km <sup>2</sup>	% superficie	Población	% de población
0	S/p	5	39.15	.81	-	-
0 - 133	Muy baja	24	851.06	17.51	35,662	3.46
134 – 344	Baja	12	2,459.75	50.61	589,582	57.27
345 - 625	Media	5	179.01	3.68	99,165	9.63
626 – 1311	Alta	5	277.8	5.72	297,411	28.89
1312 - 3854	Muy alta	2	2.33	0.05	7,729	0.75

*Fuente:* Elaboración propia.

Los resultados generales muestran que la mayor parte de la región (50.61 %), se encuentran en la categoría baja de densidad de población, esta categoría está presente en 12 polígonos, en los cuales se encuentra el 57.27 % de la población total de la región, a pesar de contener la mayor población de la región se encuentran en la categoría baja debido a la gran superficie de estos polígonos.

La categoría muy baja de densidad de población se encuentra en 24 polígonos equivalentes al 17.51 % de la superficie de la región. Existen en el área de estudio, 5 polígonos, I.I.1, II.I.3, III.I.4, IV.I.2, VIII.I.1, los cuales no presentan población, estos representan el .81% del área de estudio (Tabla 20).

En un 5.72 % de la región está presente la categoría Alta de densidad de población, en 5 polígonos los cuales en conjunto tienen el 28.89 % de la población total de la región. En un 3.68 % de la región está presente la categoría de media densidad de población, presente en 5 polígonos con una población equivalente al 9.63 %.

En la figura 14 se muestra la distribución de estas categorías, así como la ubicación de las principales localidades urbanas y rurales. Se aprecia que la categoría muy alta de densidad de población no se encuentra en paisajes que deban considerarse problemáticos, pues son 2 polígonos de muy pequeña superficie (2.33 km<sup>2</sup>) en los que habita una población de 7,729 habitantes, los polígonos de alta densidad se ubican principalmente cerca de Zamora, Yurécuaro, Jiquilpan y Chapala.

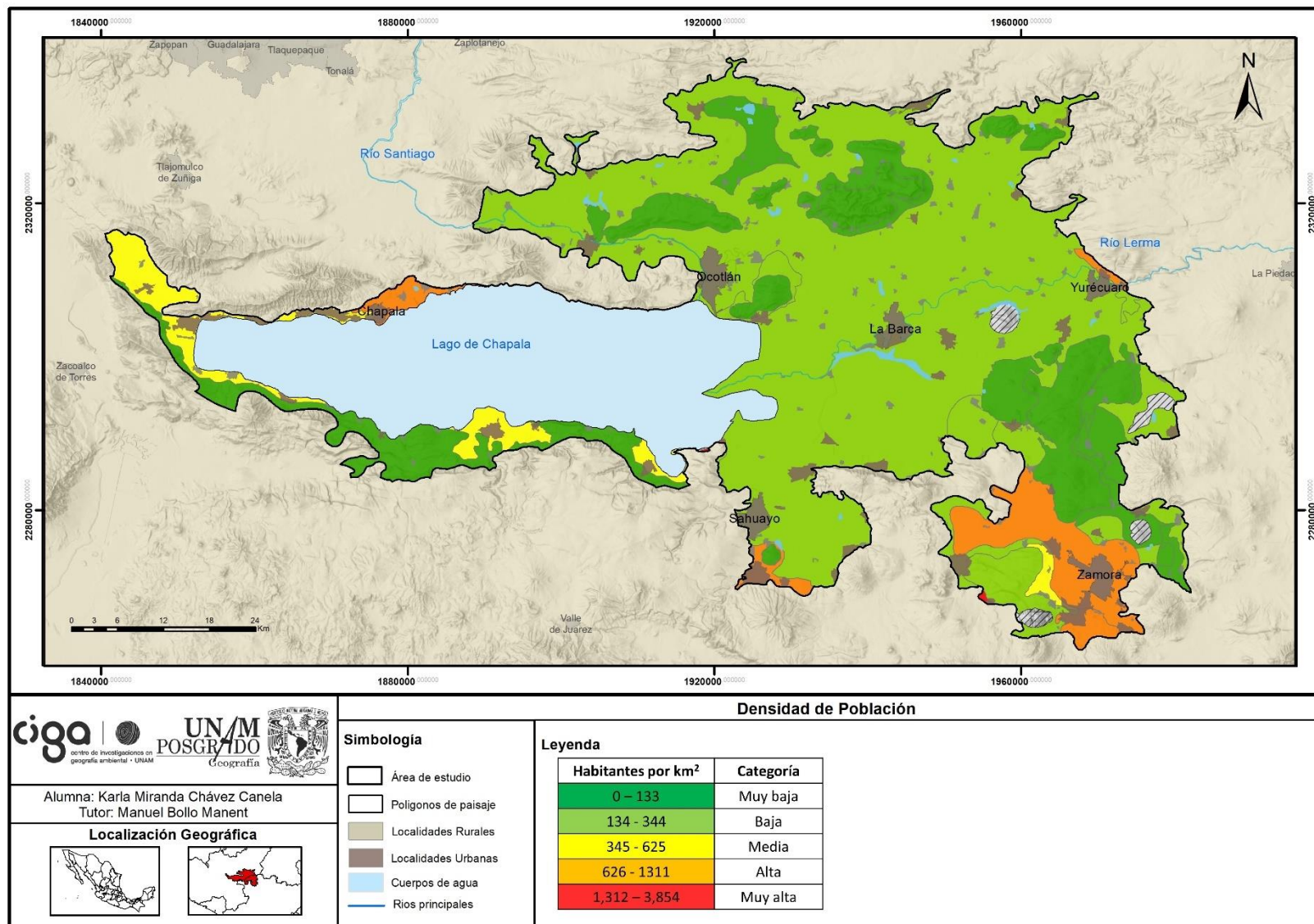
**Tabla 20:** Densidad de población por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Área km <sup>2</sup>	Pob Tot	Categoría
I.I	I.I.1	8.21	0	Sin población
	I.I.2	25.53	1,543	Muy baja
	I.I.3	58.23	434	Muy baja
	I.I.4	59.13	495	Muy baja
II.I	II.I.1	72.32	14,520	Baja
	II.I.2	5.01	183	Muy baja
	II.I.3	6.84	0	Sin población
	II.I.4	146.41	2,597	Muy baja
	II.I.5	9.11	113	Muy baja
	II.I.6	53.4	4,448	Muy baja
	II.I.7	10.18	7	Muy baja
	II.I.8	25.82	88	Muy baja
III.I	III.I.1	17.74	4,719	Baja
	III.I.2	10.43	1,212	Muy baja
	III.I.3	30.92	1,182	Muy baja
	III.I.4	0.55	0	Sin población
	III.I.5	24.11	30,678	Alta
	III.I.6	1.51	5,820	Muy alta
	III.I.7	23.88	31,309	Alta
	III.I.8	5.4	2,857	Media
	III.I.9	49.01	843	Muy baja
	III.I.10	5.58	1	Muy baja
III.II	III.II.1	16.26	8,295	Media
	III.II.2	22.53	2,474	Muy baja
III.III	III.III.1	5.98	638	Muy baja
III.IV	III.IV.1	8.1	976	Muy baja
	III.IV.2	22.42	7,722	Baja
	III.IV.3	7.69	8,128	Alta
	III.IV.4	8.89	893	Muy baja
III.V	III.V.1	31.49	928	Muy baja
III.VI	III.VI.1	15.93	4,859	Baja
	III.VI.2	5.91	945	Baja
IV.I	IV.I.1	14.42	1,407	Muy baja
	IV.I.2	12.06	0	Sin población
V.I	V.I.1	34.24	7,953	Baja
V.II	V.II.1	36.53	5,843	Baja
V.III	V.III.1	30.88	25,911	Alta
V.IV	V.IV.1	14.36	1,916	Muy baja
V.V	V.V.1	42.56	8,162	Baja
	V.V.2	0.9	209	Baja
	V.V.3	0.82	1,909	Muy alta
	V.V.4	12.47	5,043	Media
	V.V.5	26.3	5,588	Baja
	V.V.6	40.14	17,538	Media
	V.V.7	2,177.99	527,577	Baja
VII.I	VII.I.1	6.91	1,487	Baja
VII.I	VII.I.1	44.56	4,814	Muy baja
	VII.I.2	142.03	5,358	Muy baja
VIII.I	VIII.I.1	11.49	0	Sin población
	VIII.I.2	5.59	1	Muy baja
	VIII.I.3	191.24	201,384	Alta
	VIII.I.4	104.74	65,432	Media
	VIII.I.5	64.35	3,114	Muy baja

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Poligono de paisaje

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020)

**Figura 14:** Mapa de densidad de población por polígono de paisaje en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia con información de Inegi 2020a.

### ***Grado de urbanización de los paisajes***

Se calculó el grado de urbanización de los paisajes de acuerdo con el tipo de población para cada polígono de paisaje, la tabla con la población urbana y rural para cada polígono de paisaje, por su extensión se encuentra en el Anexo.1.8. Los resultados obtenidos están expresados en porcentajes, y se agruparon en 5 categorías (Tabla 21).

**Tabla 21:** Categorías de la intensidad de la urbanización de los paisajes en la región f-g

Valor	Categoría	Polígonos	Área km <sup>2</sup>	% superficie	Población	% de población
0%	Muy bajo	23	547.24	11.26	24,424	2.37
1 % - 50%	Bajo	2	159.77	3.29	100,76	0.98
51% - 82%	Medio	9	2,541.73	52.29	593,370	57.63
83% - 95%	Alto	4	216.87	4.46	116,120	11.28
96% - 100%	Muy alto	15	402.62	8.28	286,055	27.78

*Fuente:* Elaboración propia.

La categoría con mayor presencia en la región es la de medio grado de urbanización, esta se encuentra en 9 polígonos que representan el 52.29% de su superficie, y contienen una población total equivalente al 57.63 % de su población. En esta categoría se encuentra el polígono de paisaje V.V.7, el cual equivale al 44.81% de la región (Tabla 22).

En un 11.26 % de la región está presente la categoría de muy bajo grado de urbanización, en 23 polígonos en los cuales predominan las poblaciones rurales, estas suman una población de 24, 424 habitantes. La categoría de bajo grado de urbanización se encuentra en 2 polígonos los cuales equivalen al 3.29% de la región y tienen un 2.37% de la población de esta.

La categoría de alto grado de urbanización se encuentra en un 4.46% de la región, en 4 polígonos ubicados en el sur y en el este, estos polígonos tienen una población equivalente al 11.28% de la población total de la región.

En un 8.28% de la región se encuentra la categoría de muy alto grado de urbanización, en 15 polígonos los cuales tienen una población de 286,055 habitantes, estos polígonos en su mayoría tienen un 100% de población urbana, (Figura 15).

En general, los resultados del indicador en la región muestran que más de la mitad se encuentra en categorías medio, alto y muy alto, lo cual significa que más del 50% de la población en los polígonos con estas categorías (19) residen en poblaciones urbanas. Se considera que ello significa la posibilidad de un mayor acceso a servicios públicos y de salud lo que garantiza una mejor calidad de vida.



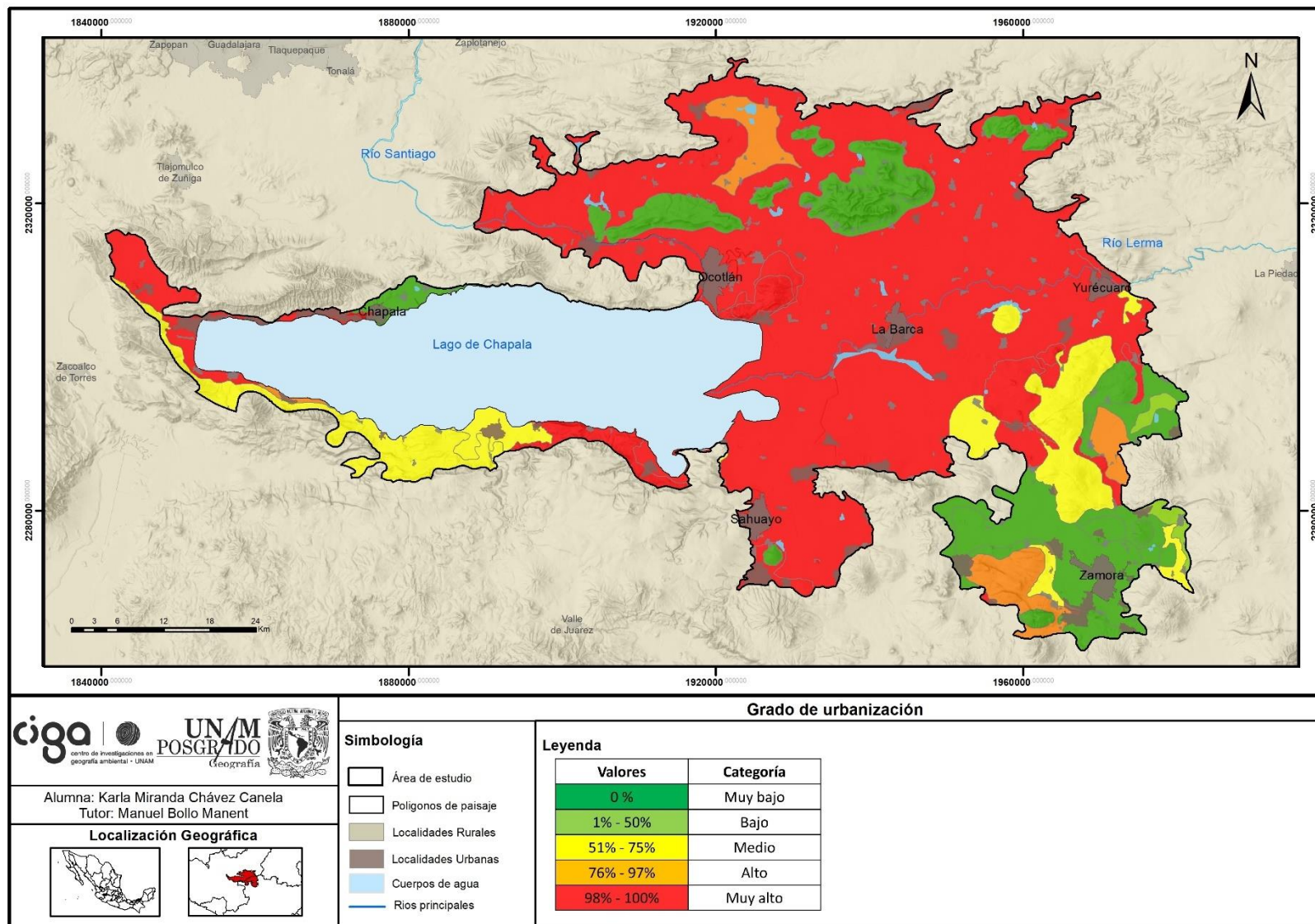
**Tabla 22:** Grado de urbanización por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Pob Tot	Categoría
I.I	I.I.1	0	Muy bajo
	I.I.2	1,543	Muy alto
	I.I.3	434	Muy bajo
	I.I.4	495	Muy bajo
II.I	II.I.1	14,520	Alto
	II.I.2	183	Muy bajo
	II.I.3	0	Muy bajo
	II.I.4	2,597	Medio
	II.I.5	113	Muy bajo
	II.I.6	4,448	Muy bajo
	II.I.7	7	Muy bajo
	II.I.8	88	Muy bajo
III.I	III.I.1	4,719	Bajo
	III.I.2	1,212	Muy bajo
	III.I.3	1,182	Muy bajo
	III.I.4	0	Muy bajo
	III.I.5	30,678	Muy alto
	III.I.6	5,820	Muy alto
	III.I.7	31,309	Alto
	III.I.8	2,857	Muy alto
	III.I.9	843	Muy alto
	III.I.10	1	Muy alto
III.II	III.II.1	8,295	Medio
	III.II.2	2,474	Medio
III.III	III.III.1	638	Muy bajo
III.IV	III.IV.1	976	Muy bajo
	III.IV.2	7,722	Muy alto
	III.IV.3	8,128	Muy alto
	III.IV.4	893	Muy alto
III.V	III.V.1	928	Muy bajo
III.VI	III.VI.1	4,859	Alto
	III.VI.2	945	Muy bajo
IV.I	IV.I.1	1,407	Muy bajo
	IV.I.2	0	Muy bajo
V.I	V.I.1	7,953	Medio
V.II	V.II.1	5,843	Muy bajo
V.III	V.III.1	25,911	Medio
V.IV	V.IV.1	1,916	Muy bajo
V.V	V.V.1	8,162	Medio
	V.V.2	209	Muy alto
	V.V.3	1,909	Muy alto
	V.V.4	5,043	Muy alto
	V.V.5	5,588	Medio
	V.V.6	17,538	Muy alto
	V.V.7	527,577	Medio
VI.I	VI.I.1	1,487	Muy alto
VII.I	VII.I.1	4,814	Medio
	VII.I.2	5,358	Bajo
VIII.I	VIII.I.1	0	Muy bajo
	VIII.I.2	1	Muy bajo
	VIII.I.3	201,384	Muy alto
	VIII.I.4	65,432	Alto
	VIII.I.5	3,114	Muy bajo

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Poligono de paisaje, PobTot: Población total.

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020).

**Figura 15:** Mapa de grado de urbanización de los polígonos de paisaje en la región f-g.



Fuente: Elaboración propia con información de Inegi 2020a.

### ***Atracción migratoria acumulada***

Los resultados de este indicador se muestran la atracción que tienen los paisajes para que las personas lleguen a vivir a ellos. Existen en el área de estudio, 5 polígonos, I.I.1, II.I.3, III.I.4, IV.I.2, VIII.I.1, los cuales no presentan población, estos representan el .81% del área de estudio. Los valores obtenidos van de 0.48% a 39.54%, y se clasifican en 5 categorías.

**Tabla 23:** Categorías de la atracción migratoria acumulada en la región f-g

Valor	Categoría	Polígonos	Área km2	% superficie	Población	% de población
0	S/p	5	39.15	0.81	-	-
0% - 3.22%	Muy baja	15	551.08	11.34	226,891	22.04
3.23% - 6%	Baja	14	340.52	7.01	89,038	8.65
6.01% - 10%	Media	12	386	7.94	123,451	11.99
10.01% - 19%	Alta	6	2,484.61	51.12	582,041	56.53
19.01% - 40%	Muy alta	1	7.69	0.16	8,128	0.79

*Fuente:* Elaboración propia.

La categoría de atracción alta es la predominante en la región, se encuentra en 6 polígonos que representan el 51.12% de su superficie y el 56.53% de su población; en la categoría de muy alta atracción migratoria, se encuentran el polígono III.IV.3, este polígono se encuentra cerca de Yurécuaro, tiene una superficie de 7.69km<sup>2</sup> y 3,214 habitantes.

La categoría media de atracción migratoria se ubica en 12 polígonos, que equivalen al 7.94% de la superficie de la región y al 11.99% de la población total, esta categoría se ubica principalmente al sur de la región. Las categorías baja y muy baja de atracción migratoria son las que reflejan aquellos paisajes con mayor cantidad de problemas, ello indica que no tienen las mejores condiciones socioeconómicas, en ellos se encuentran localidades rurales. La categoría baja se encuentra en 14 polígonos, los cuales tienen una superficie equivalente al 7.01% de la región, con un 8.65% de su población. La categoría muy baja de atracción migratoria engloba 15 polígonos los cuales representan el 11.34% de la superficie de la región, y tienen una población equivalente al 22.04% de la población total (Tabla 24).

En la figura 16 se aprecian las categorías de atracción migratoria, llama la atención el polígono VIII.I.3 (191km<sup>2</sup>) con categoría muy baja del indicador el cual se encuentra entre las ciudades de Zamora y Jacona y presenta una población de 201,384 habitantes, este polígono presenta una alta densidad de población, esta puede ser una de las causas por las que ya no está llegando más población a este polígono. Las causas de tener baja atracción pueden estar relacionadas a factores que no son precisamente la situación socioeconómica, como la inseguridad.

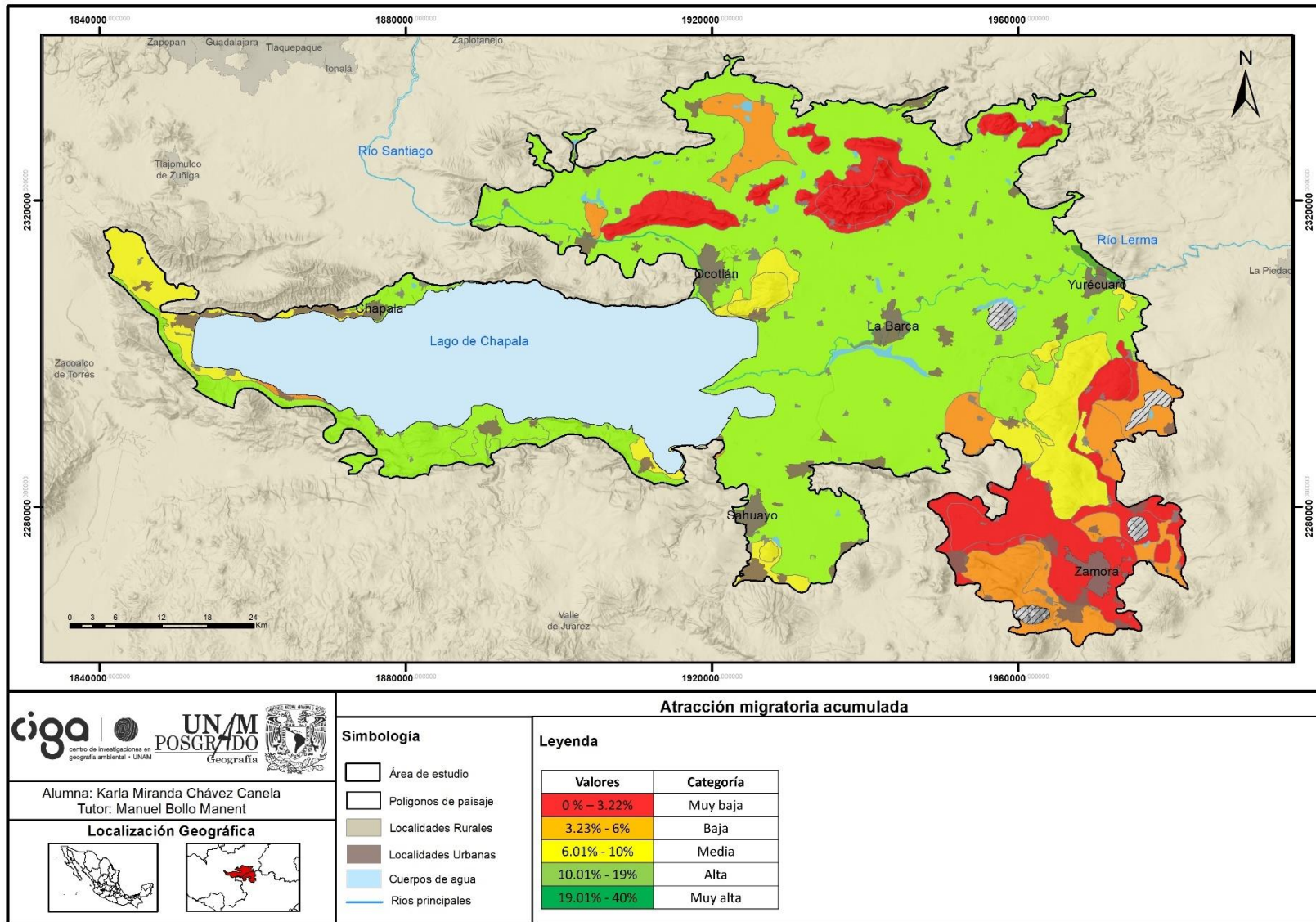
**Tabla 24:** Atracción migratoria acumulada por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Pob Tot	Categoría
I.I	I.I.1	0	Sin Población
	I.I.2	1,543	Media
	I.I.3	434	Muy baja
	I.I.4	495	Muy baja
II.I	II.I.1	14,520	Baja
	II.I.2	183	Media
	II.I.3	0	Sin Población
	II.I.4	2,597	Media
	II.I.5	113	Muy baja
	II.I.6	4,448	Muy baja
	II.I.7	7	Muy baja
	II.I.8	88	Muy baja
III.I	III.I.1	4,719	Muy baja
	III.I.2	1,212	Muy baja
	III.I.3	1,182	Muy baja
	III.I.4	0	Sin Población
	III.I.5	30,678	Baja
	III.I.6	5,820	Baja
	III.I.7	31,309	Media
	III.I.8	2,857	Baja
	III.I.9	843	Alta
	III.I.10	1	Media
III.II	III.II.1	8,295	Baja
	III.II.2	2,474	Muy baja
III.III	III.III.1	638	Media
III.IV	III.IV.1	976	Muy baja
	III.IV.2	7,722	Media
	III.IV.3	8,128	Muy alta
	III.IV.4	893	Baja
III.V	III.V.1	928	Baja
III.VI	III.VI.1	4,859	Baja
	III.VI.2	945	Baja
IV.I	IV.I.1	1,407	Muy baja
	IV.I.2	0	Sin Población
V.I	V.I.1	7,953	Muy baja
V.II	V.II.1	5,843	Baja
V.III	V.III.1	25,911	Alta
V.IV	V.IV.1	1,916	Baja
V.V	V.V.1	8,162	Baja
	V.V.2	209	Baja
	V.V.3	1,909	Media
	V.V.4	5,043	Media
	V.V.5	5,588	Media
	V.V.6	17,538	Alta
	V.V.7	527,577	Alta
VI.I	VI.I.1	1,487	Media
VII.I	VII.I.1	4,814	Alta
	VII.I.2	5,358	Alta
VIII.I	VIII.I.1	0	Sin Población
	VIII.I.2	1	Muy baja
	VIII.I.3	201,384	Muy baja
	VIII.I.4	65,432	Media
	VIII.I.5	3,114	Baja

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Poligono de paisaje PobTot: Población total.

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020).

**Figura 16:** Mapa de atracción migratoria acumulada por polígono de paisaje en la región f-g.



Fuente: Elaboración propia con información de Inegi 2020a.

## Indicadores socioeconómicos

### *Índice de Suficiencia Vial (Engel)*

Los resultados obtenidos se clasifican en 5 categorías, mientras más bajo sea el valor del índice menor es la capacidad vial o bien las redes viales se consideran saturadas, mientras que los valores más altos indican una mayor capacidad vial (Tabla 25).

**Tabla 25:** Categorías del índice de suficiencia vial en la región f-g

Valor	Categoría	Polígonos	Área km <sup>2</sup>	% superficie	Población	% de población
0% - 4.5%	Muy bajo	13	251.02	5.16	86,629	8.41
4.6% - 13%	Bajo	35	3,414.15	70.24	942,477	91.54
14% - 26%	Medio	3	128.16	2.64	3548	0.34
27% - 60%	Alto	1	10.18	0.21	7	0.00
+ de 61%	Muy alto	1	5.59	0.12	1	0.00

*Fuente:* Elaboración propia.

En la región predomina la categoría baja del índice de suficiencia vial, se relaciona con el 70.24% de su superficie y el 91.54% de la población total; se presenta en 35 polígonos de los cuales los más extensos son: V.V.7, VIII.I.3, II.I.4, VII.I.2 y VIII.I.4. La categoría de muy bajo índice se presenta en 13 polígonos que, aunque no tienen una superficie importante en la región (5.16%), suman una población total equivalente al 5.16% de la total; estas dos categorías son muestran la necesidad de mejorar la movilidad y conectividad terrestre de la región (Tabla 26).

Las categorías de alto y muy alto de este índice se presentan en 1 polígono cada una; la categoría de alto índice en el polígono II.I.7, formado por lomeríos volcánicos, este paisaje se extiende en una superficie de 10.18 km<sup>2</sup> y una población de tan solo 7 habitantes, por esto se considera que las redes existentes (5.5 km) son suficientes para abastecer sus necesidades, la categoría de muy alto índice se encuentra en el polígono VIII.I.2, de planicies fluvio-acumulativas subhorizontales, este paisaje presenta una superficie de 5.59 km<sup>2</sup> y una población de 1 habitante.

La distribución de los resultados de las categorías del indicador para la región (Figura 17), reflejan deficiencia de redes viales, pues en la mayor parte de los polígonos de paisaje el valor del índice es bajo o muy bajo, se considera que en estos paisajes las redes viales no abastecen las necesidades de transportación de bienes o personas a la población o superficie en que se ubican. Por otra parte los 2 polígonos que presentan buenas condiciones, índice alto y muy alto, son de superficie y población muy pequeña, se encuentran uno al norte y otro al sur de la región.

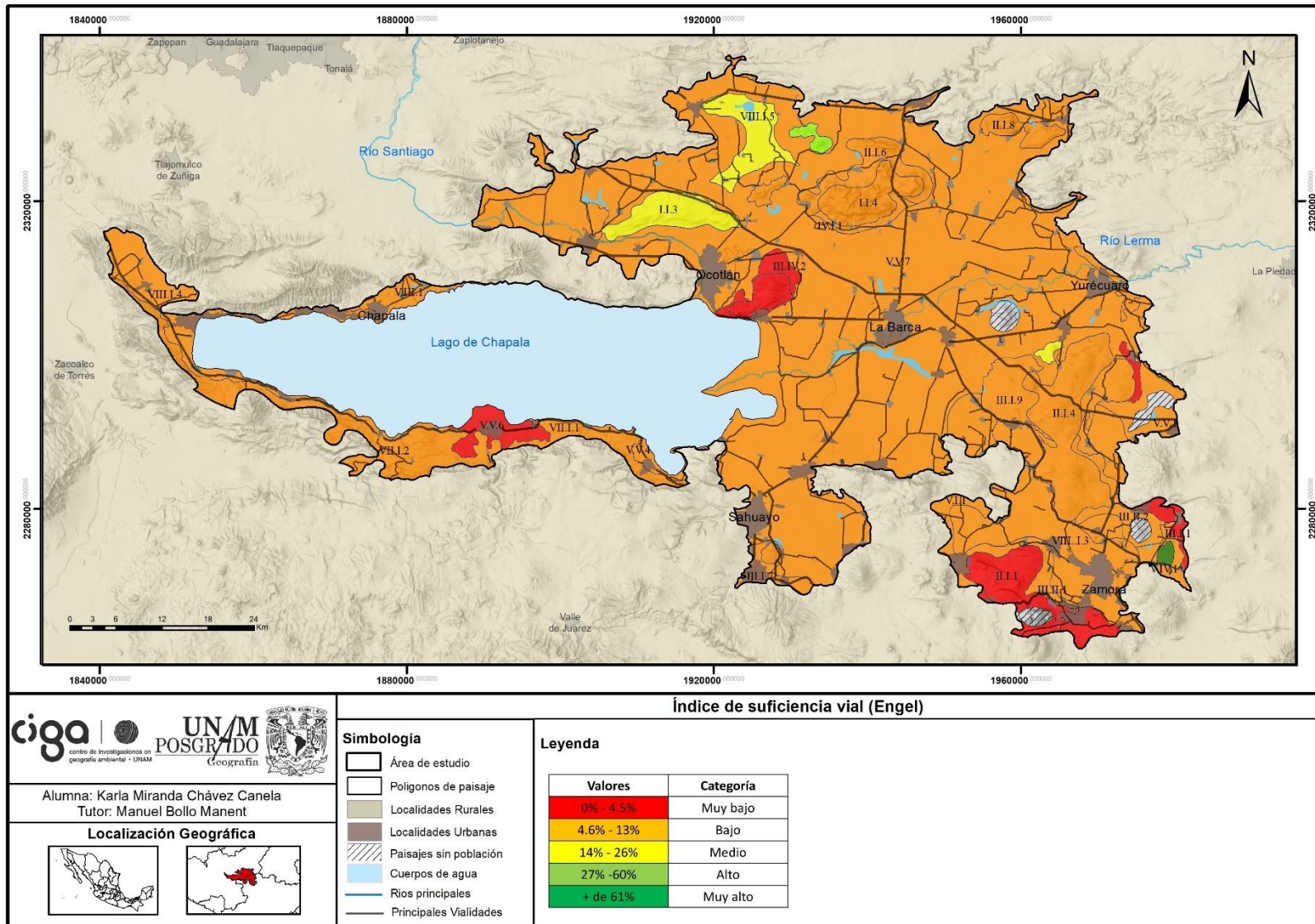
**Tabla 26:** Índice de suficiencia vial (Engel) por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Área km <sup>2</sup>	Pob Tot	Categoría
I.I	I.I.1	8.21	0	Muy bajo
	I.I.2	25.53	1,543	Muy bajo
	I.I.3	58.23	434	Medio
	I.I.4	59.13	495	Bajo
II.I	II.I.1	72.32	14,520	Muy bajo
	II.I.2	5.01	183	Bajo
	II.I.3	6.84	0	Muy bajo
	II.I.4	146.41	2,597	Bajo
	II.I.5	9.11	113	Bajo
	II.I.6	53.4	4,448	Bajo
	II.I.7	10.18	7	Alto
	II.I.8	25.82	88	Bajo
III.I	III.I.1	17.74	4,719	Muy bajo
	III.I.2	10.43	1,212	Bajo
	III.I.3	30.92	1,182	Bajo
	III.I.4	0.55	0	Muy bajo
	III.I.5	24.11	30,678	Muy bajo
	III.I.6	1.51	5,820	Muy bajo
	III.I.7	23.88	31,309	Bajo
	III.I.8	5.4	2,857	Bajo
	III.I.9	49.01	843	Bajo
	III.I.10	5.58	1	Medio
III.II	III.II.1	16.26	8,295	Bajo
	III.II.2	22.53	2,474	Bajo
III.III	III.III.1	5.98	638	Bajo
III.IV	III.IV.1	8.1	976	Muy bajo
	III.IV.2	22.42	7,722	Muy bajo
	III.IV.3	7.69	8,128	Bajo
	III.IV.4	8.89	893	Bajo
III.V	III.V.1	31.49	928	Bajo
III.VI	III.VI.1	15.93	4,859	Bajo
	III.VI.2	5.91	945	Bajo
IV.I	IV.I.1	14.42	1,407	Bajo
	IV.I.2	12.06	0	Muy bajo
V.I	V.I.1	34.24	7,953	Bajo
V.II	V.II.1	36.53	5,843	Bajo
V.III	V.III.1	30.88	25,911	Bajo
V.IV	V.IV.1	14.36	1,916	Bajo
V.V	V.V.1	42.56	8,162	Bajo
	V.V.2	0.9	209	Bajo
	V.V.3	0.82	1,909	Bajo
	V.V.4	12.47	5,043	Bajo
	V.V.5	26.3	5,588	Bajo
	V.V.6	40.14	17,538	Muy bajo
	V.V.7	2,177.99	527,577	Bajo
VI.I	VI.I.1	6.91	1,487	Bajo
VII.I	VII.I.1	44.56	4,814	Bajo
	VII.I.2	142.03	5,358	Bajo
VIII.I	VIII.I.1	11.49	0	Muy bajo
	VIII.I.2	5.59	1	Muy alto
	VIII.I.3	191.24	201,384	Bajo
	VIII.I.4	104.74	65,432	Bajo
	VIII.I.5	64.35	3,114	Media

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Poligono de paisaje PobTot: Población total,

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020).

**Figura 17:** Mapa del índice de suficiencia vial (Engel) por polígono de paisaje en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia con información de Inegi 2020a.



### ***Índice de rezago educativo***

Los resultados de este índice representan el porcentaje de rezago educativo en la región, los valores obtenidos oscilan entre 19.14% a 57.49% y se clasificaron en 5 categorías. Existen en el área de estudio, 5 polígonos, I.I.1, II.I.3, III.I.4, IV.I.2, VIII.I.1, los cuales no presentan población, estos representan el .81% del área de estudio (Tabla 27).

**Tabla 27:** Categorías de rezago educativo en la región f-g

Valor	Categoría	Polígonos	Área km <sup>2</sup>	%	Población	%
0	S/p	5	39.15	0.81		-
19.14%-23.36%	Muy bajo	4	342.28	7.04	305848	29.71
23.37%-31.05%	Bajo	13	2599.52	53.48	634616	61.64
31.06% - 40.21%	Medio	15	388.84	8.00	53354	5.18
40.22% - 48.12%	Alto	9	279.76	5.76	18032	1.75
48.13%-57.49	Muy alto	7	159.55	3.28	17699	1.72

*Fuente:* Elaboración propia.

La categoría que predomina en mayor parte de la región ocupando un 53.48% de esta, es la categoría de bajo índice de rezago educativo, aquí se encuentran 13 polígonos, en los que habita un 61.64% de la población total, estos polígonos presentan un nivel educacional alto.

En la categoría del índice de rezago educativo medio, se encuentra el 8% de la superficie de la región con una población de 5.18% de la población total, son 15 polígonos los que se encuentran en esta categoría (Tabla 28).

Las categorías de alto y muy alto rezago educativo, son aquellas que muestran problemática en la región. En un 5.76% de la región se presenta una categoría alta de rezago educativo aquí se encuentran 9 polígonos, de estos el polígono con valor más alto es el II.I.4 que posee una población de 2597 habitantes. La categoría de muy alto rezago educativo representa un 3.28% de la región, se encuentra en 7 polígonos, el paisaje con mayor valor de rezago educativo es el III.I.1, el cual se encuentra en una superficie de 17.74 km<sup>2</sup> con una población de 4719 habitantes.

En términos generales, la figura 18 muestra la distribución de las categorías del índice de rezago educativo en la región, donde predominan los valores Bajos y Muy bajos, lo cual refleja un buen nivel educativo en la región y la mayoría de sus paisajes, son los valores altos y muy altos los que reflejan problemas de rezago educativo y se encuentran principalmente en la parte sur de la región, en los municipios de Ixtlán, Atecuario y Cojumatlan.

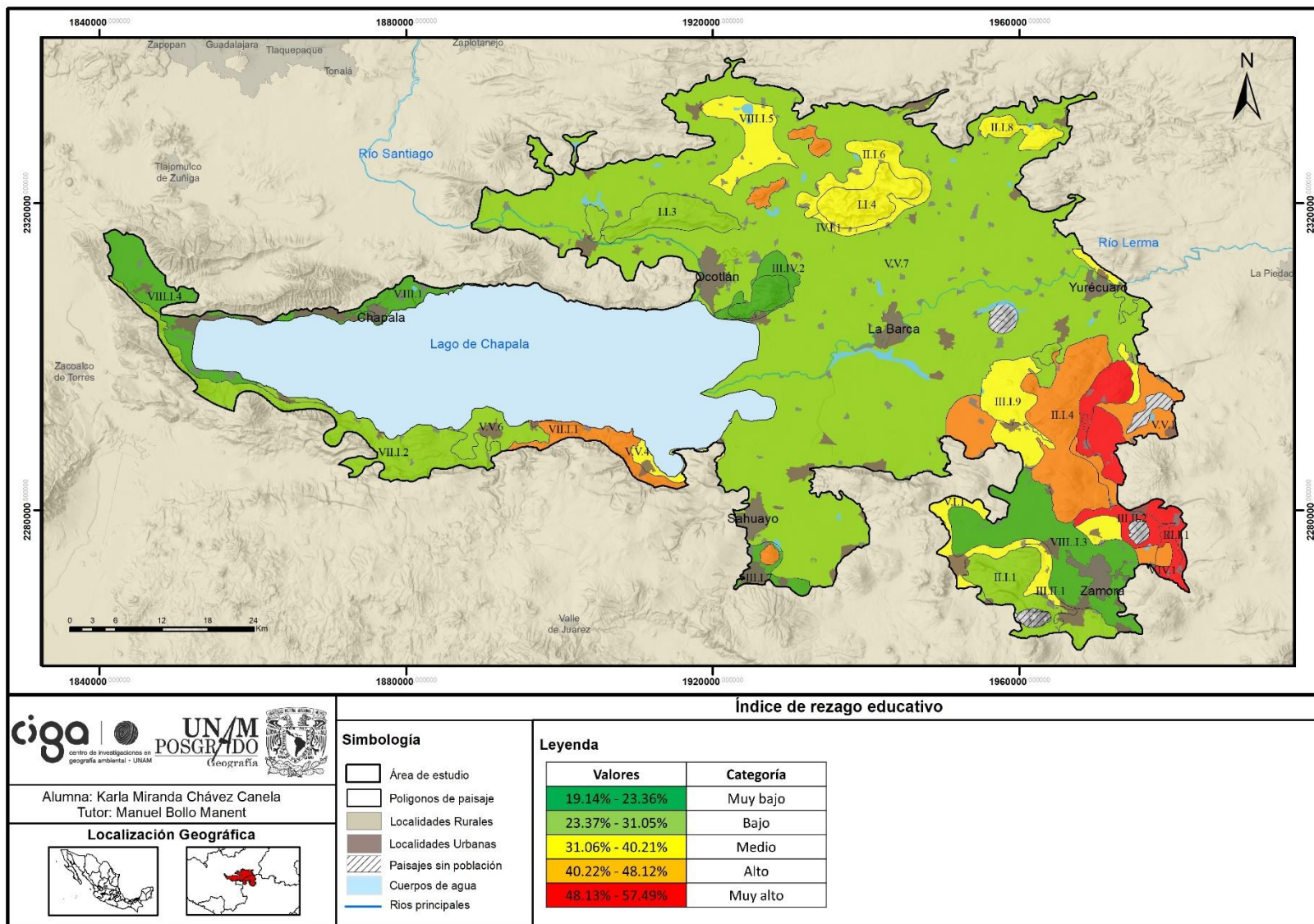
**Tabla 28:** Índice de rezago educativo por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Pob Tot	Categoría
I.I	I.I.1	0	Sin Población
	I.I.2	1,543	Bajo
	I.I.3	434	Bajo
	I.I.4	495	Medio
II.I	II.I.1	14,520	Bajo
	II.I.2	183	Alto
	II.I.3	0	Sin Población
	II.I.4	2,597	Alto
	II.I.5	113	Alto
	II.I.6	4,448	Medio
	II.I.7	7	Alto
	II.I.8	88	Medio
III.I	III.I.1	4,719	Muy alto
	III.I.2	1,212	Alto
	III.I.3	1,182	Muy alto
	III.I.4	0	Sin Población
	III.I.5	30,678	Bajo
	III.I.6	5,820	Bajo
	III.I.7	31,309	Muy bajo
	III.I.8	2,857	Bajo
	III.I.9	843	Medio
	III.I.10	1	Bajo
III.II	III.II.1	8,295	Medio
	III.II.2	2,474	Muy alto
III.III	III.III.1	638	Muy alto
III.IV	III.IV.1	976	Medio
	III.IV.2	7,722	Muy bajo
	III.IV.3	8,128	Medio
	III.IV.4	893	Bajo
III.V	III.V.1	928	Muy alto
III.VI	III.VI.1	4,859	Medio
	III.VI.2	945	Alto
IV.I	IV.I.1	1,407	Medio
	IV.I.2	0	Sin Población
V.I	V.I.1	7,953	Medio
V.II	V.II.1	5,843	Muy alto
V.III	V.III.1	25,911	Bajo
V.IV	V.IV.1	1,916	Muy alto
V.V	V.V.1	8,162	Alto
	V.V.2	209	Medio
	V.V.3	1,909	Medio
	V.V.4	5,043	Medio
	V.V.5	5,588	Medio
	V.V.6	17,538	Bajo
	V.V.7	527,577	Bajo
VI.I	VI.I.1	1,487	Bajo
VII.I	VII.I.1	4,814	Alto
	VII.I.2	5,358	Bajo
VIII.I	VIII.I.1	0	Sin Población
	VIII.I.2	1	Alto
	VIII.I.3	201,384	Muy bajo
	VIII.I.4	65,432	Muy bajo
	VIII.I.5	3,114	Medio

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Poligono de paisaje PobTot: Población total

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020).

**Figura 18:** Mapa del índice de rezago educativo por polígono de paisaje en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia con información de Inegi 2020a.

### ***Tasa de afiliación a servicios de salud***

El porcentaje de personas que cuentan con servicios de salud permite conocer la accesibilidad que tienen los pobladores a la atención médica gratuita. Los resultados obtenidos del indicador muestran valores entre 42.34% y 83.12% de población con acceso a la salud (Tabla 29).

**Tabla 29:** Categorías de la tasa de afiliación a servicios de salud en la región f-g

Valor	Categoría	Polígonos	Área km <sup>2</sup>	% superficie	Población total	% de población
0	S/p	5	39.15	0.81	-	-
42.34% – 48.04%	Muy baja	5	99.41	2.05	36,318	3.53
48.05% - 55.68%	Baja	11	227.01	4.67	57,226	5.56
55.69% - 61.56%	Media	11	496.74	10.22	159,829	15.52
61.57% - 69.39%	Alta	13	2,787.44	57.35	760,315	73.85
69.40% - 83.12%	Muy alta	8	159.35	3.28	15,861	1.54

Fuente: Elaboración propia.

Existen en el área de estudio, 5 polígonos, I.I.1, II.I.3, III.I.4, IV.I.2, VIII.I.1, los cuales no presentan población, estos representan el .81% del área de estudio. La categoría de muy baja afiliación se encuentra en 5 polígonos, los cuales representan un 2.05% de la región y un 3.53% de su población, estos polígonos (III.I.2, III.IV.3, V.I.1, V.V.6, VI.I.1) son los que se encuentran vulnerables hacia la falta de servicios de salud, esta categoría se ubica principalmente en Yurécuaro, Chavinda y Tizapán.

La categoría baja afiliación se ubica en 11 polígonos y en ellas habita el 5.56% de la población total, los paisajes con menor población están formados por planicies volcánicas acolinadas, onduladas, estructural-plegadas onduladas y tectónico-denudativas onduladas, coinciden con una baja accesibilidad a los mismos. La categoría media de este índice, esta presente en 11 polígonos de paisaje en los cuales habita el 15.52% de la población total en ellos algo más de la mitad se encuentra afiliada a servicios de salud (Tabla 30).

En la mayor parte de la región se encuentra un alto porcentaje de personas afiliadas a los servicios de salud, esta categoría se presenta en 13 paisajes con un 73.85 % de la población total; en esta categoría se encuentra el paisaje V.V.7, este es el de mayor afiliación de su población con un 63.3 %. Los paisajes con mayor beneficios en cuanto a servicios de salud presentan la categoría muy alta del indicador, se presenta en 8 paisajes con tan solo un 1.54 % de la población total.

En la figura 19 se aprecia que las categorías altas se ubican principalmente en las planicies centrales, al sureste se presentan algunos polígonos de los que presentan categorías bajas y medias, las categorías muy altas se encuentran principalmente en los paisajes de montañas y lomeríos, esto se debe principalmente a la ausencia de población.

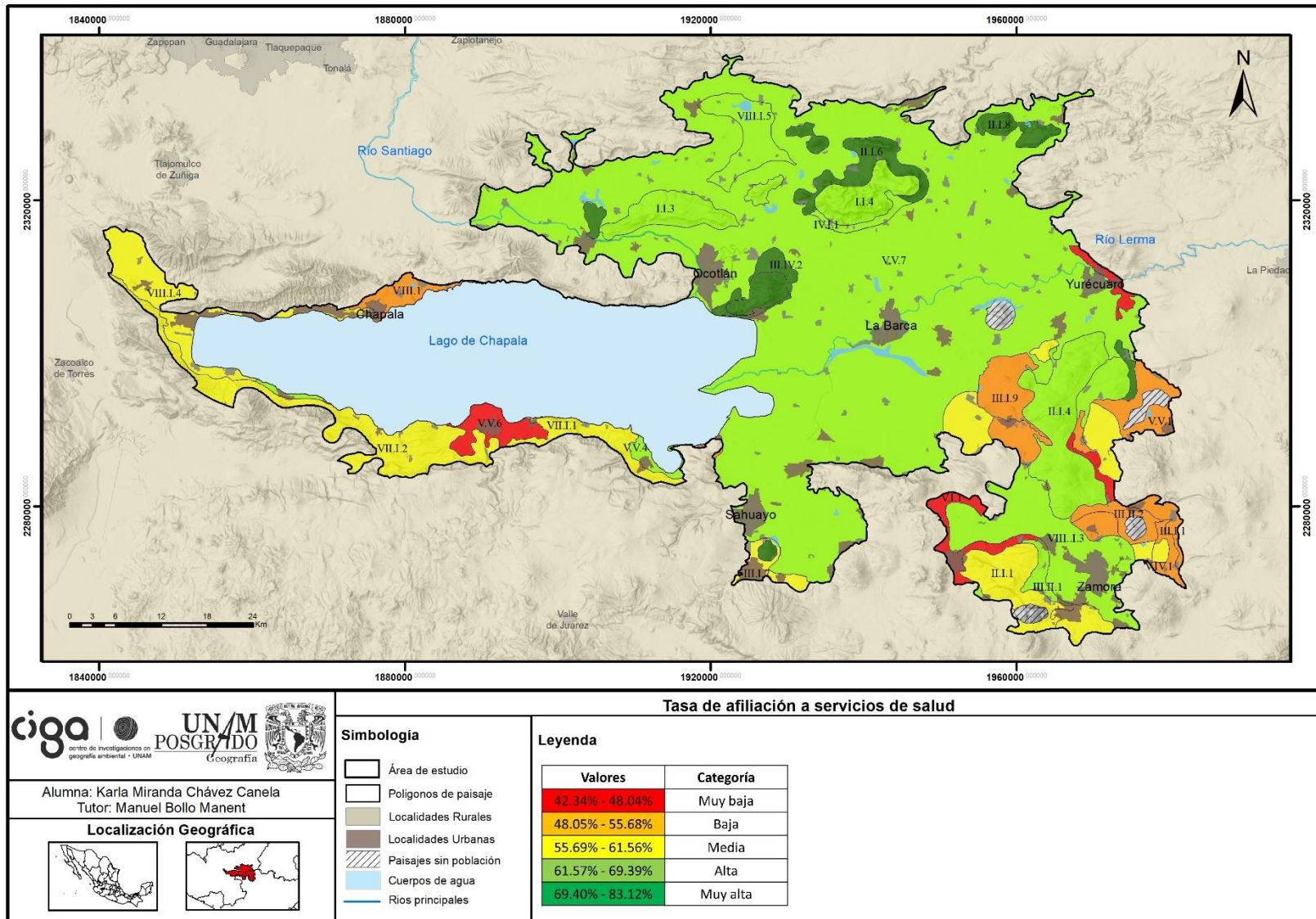
**Tabla 30:** Tasa de afiliación a servicios de salud por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Pob Tot	Categoría
I.I	I.I.1	0	Sin población
	I.I.2	1,543	Muy alta
	I.I.3	434	Alta
	I.I.4	495	Alta
II.I	II.I.1	14,520	Media
	II.I.2	183	Muy alta
	II.I.3	0	Sin población
	II.I.4	2,597	Alta
	II.I.5	113	Alta
	II.I.6	4,448	Muy alta
	II.I.7	7	Muy alta
	II.I.8	88	Muy alta
III.I	III.I.1	4,719	Baja
	III.I.2	1,212	Muy baja
	III.I.3	1,182	Alta
	III.I.4	0	Sin población
	III.I.5	30,678	Media
	III.I.6	5,820	Alta
	III.I.7	31,309	Media
	III.I.8	2,857	Alta
	III.I.9	843	Baja
	III.I.10	1	Media
III.II	III.II.1	8,295	Alta
	III.II.2	2,474	Baja
III.III	III.III.1	638	Baja
III.IV	III.IV.1	976	Muy alta
	III.IV.2	7,722	Muy alta
	III.IV.3	8,128	Muy baja
	III.IV.4	893	Muy alta
III.V	III.V.1	928	Media
III.VI	III.VI.1	4,859	Baja
	III.VI.2	945	Media
IV.I	IV.I.1	1,407	Alta
	IV.I.2	0	Sin población
V.I	V.I.1	7,953	Muy baja
V.II	V.II.1	5,843	Media
V.III	V.III.1	25,911	Baja
V.IV	V.IV.1	1,916	Baja
V.V	V.V.1	8,162	Baja
	V.V.2	209	Baja
	V.V.3	1,909	Baja
	V.V.4	5,043	Alta
	V.V.5	5,588	Baja
	V.V.6	17,538	Muy baja
	V.V.7	527,577	Alta
VI.I	VI.I.1	1,487	Muy baja
VII.I	VII.I.1	4,814	Media
	VII.I.2	5,358	Media
VIII.I	VIII.I.1	0	Sin población
	VIII.I.2	1	Media
	VIII.I.3	201,384	Alta
	VIII.I.4	65,432	Media
	VIII.I.5	3,114	Alta

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Poligono de paisaje PobTot: Población total

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020).

**Figura 19:** Mapa Tasa de afiliación a servicios de salud por polígono de paisaje en la región f-g.



Fuente: Elaboración propia con información de Inegi 2020a.

### ***Índice de Servicios Básicos en la Vivienda***

Los resultados de este indicador muestran el porcentaje de las viviendas particulares habitadas que cuentan con energía eléctrica, agua y drenaje. Los valores obtenidos van de 0% a 80%, y se clasifican en 5 categorías (Tabla 31).

**Tabla 31:** Categorías del índice de servicios básicos en la vivienda en la región f-g

<b>Valor</b>	<b>Categoría</b>	<b>Polígonos</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>Viviendas</b>	<b>%</b>	<b>Población</b>
0	S/p	5	39.15	0.81	-	-
58.39%	Muy bajo	1	9.11	31	.01	113
58.40% - 65.78%	Bajo	7	151.46	1,084	.39	4,000
65.79% - 67.57%	Medio	28	1,026.44	55,219	20.11	203,931
67.58% - 69.34%	Alto	9	2,557.08	217,509	79.22	818,644
69.35% - 79.72	Muy alto	3	26	733	.27	2,861

*Fuente:* Elaboración propia.

Existen en el área de estudio, 5 polígonos, I.I.1, II.I.3, III.I.4, IV.I.2, VIII.I.1, los cuales no presentan población y por lo tanto no tienen viviendas, estos representan el .81% del área de estudio. En la categoría de muy bajo del índice se encuentra el polígono II.I.5, el cual tiene 31 viviendas, es un lomerío y se encuentra entre Tototlán, Ocotlán y Poncitlán.

El índice bajo de servicios básicos de la vivienda se encuentra en 7 polígonos, ( I.I.4, II.I.2, II.I.7, II.I.8, III.I.3, III.III.1) en estos polígonos se encuentran 1084 viviendas, las cuales carecen de la presencia de alguno o más servicios básicos. La categoría media, se encuentra en 28 polígonos los cuales representan el 20.11% de las viviendas y se encuentra principalmente en el sur y sureste de la región.

La categoría de alto índice es la de mayor presencia en la región, se presenta en 9 polígonos con el 79.22 % de las viviendas de la región y suman una población equivalente al 79.51% de la misma. Los polígonos que se encuentran en la categoría de muy alto índice de servicios básicos de la vivienda son: III.VI.2, V.IV.1, VIII.I.2, en ellos se encuentra el .27% de las viviendas de la región y contienen un 0.28% de la población total. Los paisajes que se encuentran en estas categorías, en su gran mayoría cuenta con todos los servicios básicos en sus viviendas (Tabla 32).

En la figura 20 se muestra la distribución de las categorías del indicador, se observa que la categoría alta se distribuye en las planicies centrales y la categoría media en algunos paisajes del sur y norte, los pasajes de lomeríos y montañas tienen los menores índices de servicios básicos en sus viviendas.

**Tabla 32:** Índice de servicios básicos en la vivienda, por polígono de paisaje.

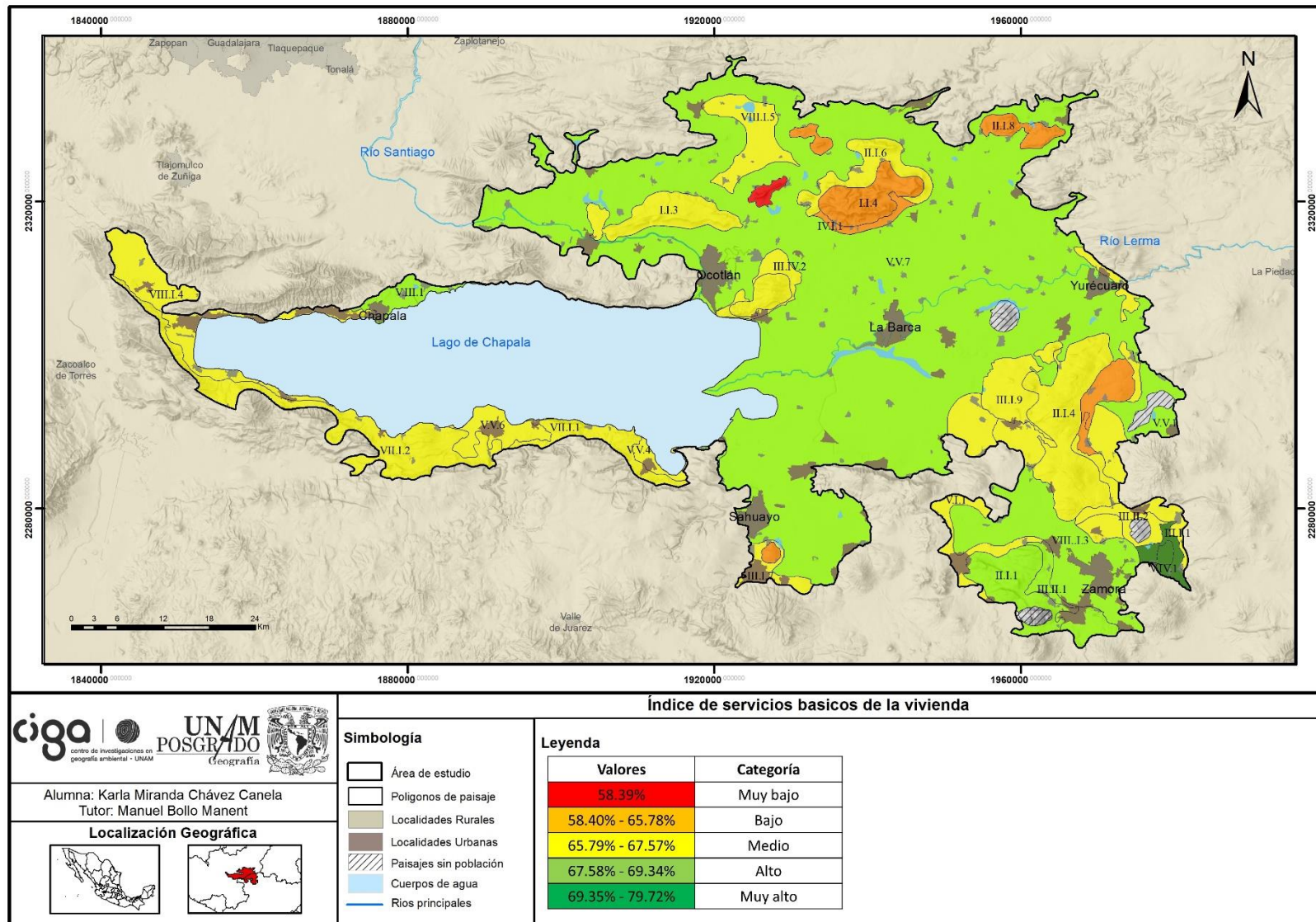
Loc F-G	PLG	Pob Tot	Categoría
I.I	I.I.1	0	Sin Población
	I.I.2	1,543	Medio
	I.I.3	434	Medio
	I.I.4	495	Bajo
II.I	II.I.1	14,520	Alto
	II.I.2	183	Bajo
	II.I.3	0	Sin Población
	II.I.4	2,597	Medio
	II.I.5	113	Muy bajo
	II.I.6	4,448	Medio
	II.I.7	7	Bajo
	II.I.8	88	Bajo
III.I	III.I.1	4,719	Medio
	III.I.2	1,212	Medio
	III.I.3	1,182	Bajo
	III.I.4	0	Sin Población
	III.I.5	30,678	Alto
	III.I.6	5,820	Medio
	III.I.7	31,309	Medio
	III.I.8	2,857	Medio
	III.I.9	843	Medio
	III.I.10	1	Medio
III.II	III.II.1	8,295	Alto
	III.II.2	2,474	Medio
III.III	III.III.1	638	Bajo
III.IV	III.IV.1	976	Medio
	III.IV.2	7,722	Medio
	III.IV.3	8,128	Medio
	III.IV.4	893	Medio
III.V	III.V.1	928	Medio
III.VI	III.VI.1	4,859	Medio
	III.VI.2	945	Muy alto
IV.I	IV.I.1	1,407	Bajo
	IV.I.2	0	Sin Población
V.I	V.I.1	7,953	Medio
V.II	V.II.1	5,843	Medio
V.III	V.III.1	25,911	Alto
V.IV	V.IV.1	1,916	Muy alto
V.V	V.V.1	8,162	Alto
	V.V.2	209	Alto
	V.V.3	1,909	Alto
	V.V.4	5,043	Medio
	V.V.5	5,588	Medio
	V.V.6	17,538	Medio
	V.V.7	527,577	Alto
VI.I	VI.I.1	1,487	Medio
VII.I	VII.I.1	4,814	Medio
	VII.I.2	5,358	Medio
VIII.I	VIII.I.1	0	Sin Población
	VIII.I.2	1	Muy alto
	VIII.I.3	201,384	Alto
	VIII.I.4	65,432	Medio
	VIII.I.5	3,114	Medio

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Polígono de paisaje PobTot: Población total.

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020).



**Figura 20:** Mapa índice de servicios básicos de la vivienda por polígono de paisaje en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia con información de Inegi 2020a.

### ***Tasa de actividad económica***

Este indicador refleja la participación económica de la población en cada paisaje. Los resultados obtenidos en el cálculo de este indicador van desde 0% hasta un 67%, y se clasifican en 5 categorías (Tabla 33).

**Tabla 33:** Categorías de la tasa de actividad económica en la región f-g

<b>Valor</b>	<b>Categoría</b>	<b>Polígonos</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>% superficie</b>	<b>Población</b>	<b>% de población</b>
0	S/p	5	39.15	0.81	-	-
47.79%- 45.54%	Muy baja	3	45.57	0.94	2,542	0.25
45.55% - 54.41%	Baja	8	221.57	4.56	24,668	2.40
54.42% - 57.63%	Media	13	375.88	7.73	25,513	2.48
57.64% - 62.05%	Alta	12	2,552.26	52.51	670,682	65.14
62.06%- 66.52%	Muy alta	12	521.27	10.72	301,695	29.30

*Fuente:* Elaboración propia.

Existen en el área de estudio, 5 polígonos, I.I.1, II.I.3, III.I.4, IV.I.2, VIII.I.1, los cuales no presentan población, estos representan el .81% del área de estudio. La categoría de muy baja tasa de actividad económica engloba 3 polígonos (III.III.1, III.IV.1, III.V.1) los cuales no poseen superficie significativa en la región (.25%). La categoría baja de la tasa de actividad económica se encuentra en 8 polígonos los cuales se encuentran principalmente al suroeste de la región y ocupan el 2.40% de su población total. Los polígonos de estas categorías presentan poca participación económica lo cual indica posibles problemas económicos en estos paisajes.

La categoría media de la tasa de actividad económica está presente en 13 polígonos con una población equivalente al 2.48% de la población total, estos polígonos también son considerados de atención pues al menos la mitad de su población no aporta a la actividad económica.

En la región predomina la categoría de alta tasa de actividad económica, esta se encuentra en 12 polígonos, los cuales tienen una población equivalente 65.14% de la población total de la región. La categoría muy alta de la tasa de actividad económica está presente en 12 polígonos en los que habita el 29.30 de su población. Los polígonos que se encuentran en estas 2 categorías son los que presentan mejores condiciones económicas para sus habitantes (982,377 hab.) (Tabla 34).

La Figura 21 muestra la distribución espacial del indicador, las categorías más altas del indicador se encuentran hacia el suroeste y sur de la región coincidiendo con las municipios de Zamora, Jacona, Chavinda y Tizapán, mientras que en las planicies centrales se presenta la categoría alta en grandes extensiones.

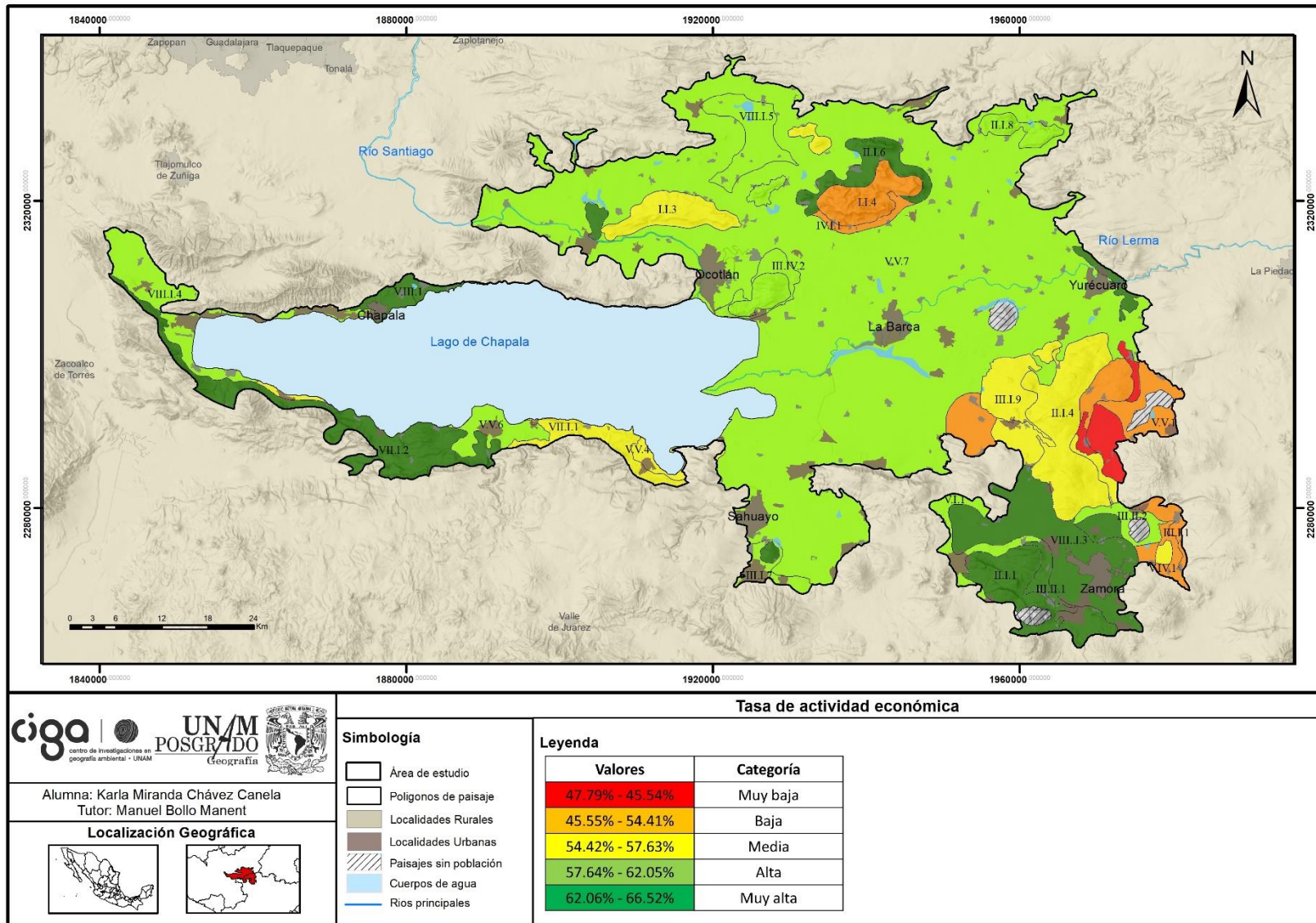
**Tabla 34:** Tasa de actividad económica por polígono de paisaje

Loc F-G	PLG	Pob Tot	Categoría
I.I	I.I.1	0	Sin población
	I.I.2	1,543	Alta
	I.I.3	434	Media
	I.I.4	495	Baja
II.I	II.I.1	14,520	Muy alta
	II.I.2	183	Muy alta
	II.I.3	0	Sin población
	II.I.4	2,597	Media
	II.I.5	113	Alta
	II.I.6	4,448	Muy alta
	II.I.7	7	Media
	II.I.8	88	Alta
III.I	III.I.1	4,719	Baja
	III.I.2	1,212	Media
	III.I.3	1,182	Baja
	III.I.4	0	Sin población
	III.I.5	30,678	Muy alta
	III.I.6	5,820	Alta
	III.I.7	31,309	Alta
	III.I.8	2,857	Media
	III.I.9	843	Media
	III.I.10	1	Media
III.II	III.II.1	8,295	Muy alta
	III.II.2	2,474	Alta
III.III	III.III.1	638	Muy baja
III.IV	III.IV.1	976	Muy baja
	III.IV.2	7,722	Alta
	III.IV.3	8,128	Muy alta
	III.IV.4	893	Muy alta
III.V	III.V.1	928	Muy baja
III.VI	III.VI.1	4,859	Muy alta
	III.VI.2	945	Baja
IV.I	IV.I.1	1,407	Baja
	IV.I.2	0	Sin población
V.I	V.I.1	7,953	Alta
V.II	V.II.1	5,843	Baja
V.III	V.III.1	25,911	Muy alta
V.IV	V.IV.1	1,916	Baja
V.V	V.V.1	8,162	Baja
	V.V.2	209	Media
	V.V.3	1,909	Media
	V.V.4	5,043	Media
	V.V.5	5,588	Media
	V.V.6	17,538	Alta
	V.V.7	527,577	Alta
VI.I	VI.I.1	1,487	Muy alta
VII.I	VII.I.1	4,814	Media
	VII.I.2	5,358	Muy alta
VIII.I	VIII.I.1	0	Sin población
	VIII.I.2	1	Media
	VIII.I.3	201,384	Muy alta
	VIII.I.4	65,432	Alta
	VIII.I.5	3,114	Alta

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Poligono de paisaje PobTot: Población total.

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020).

**Figura 21:** Mapa de la tasa de actividad económica por polígono de paisaje en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia con información de Inegi 2020a.

### ***Población económicamente activa***

Los resultados obtenidos sobre la población económicamente activa muestran porcentajes desde 0% a 51.59% de personas activas por polígono de paisaje. Los resultados para la región se clasificaron en 5 categorías (Tabla 35).

**Tabla 35:** Categorías de la población económicamente activa en la región f-g

<b>Valor</b>	<b>Categoría</b>	<b>Polígonos</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>Población</b>	<b>% de población</b>
0	S/p	5	39.15	-	-
35.87%-40.79%	Muy baja	9	243.49	21,547	2.09
40.80% - 44.02%	Baja	11	273.38	22,307	2.17
44.03% - 46.63%	Media	9	296.52	40,060	3.89
46.64% - 48.84%	Alta	11	2,591.22	650,374	63.17
48.85%-51.59%	Muy alta	8	365.34	295,261	28.68

*Fuente:* Elaboración propia.

Existen en el área de estudio, 5 polígonos, I.I.1, II.I.3, III.I.4, IV.I.2, VIII.I.1, los cuales no presentan población, estos representan el .81% del área de estudio. En la categoría Muy baja del indicador se encuentran 9 polígonos y en la categoría baja 11 polígonos ubicados al suroeste de la región, en estas 2 categorías habita el 4.26% de la población de la región, se considera que estos paisajes poseen bajo potencial para el crecimiento económico de sus habitantes.

La categoría media de la población económicamente activa se presenta en 9 polígonos paisajes principalmente de montañas y planicies, en los cuales habita el 3.89% de su población, (Tabla 36).

La categoría alta del indicador predomina en la región en ella se ubican 11 polígonos y una población equivalente al 63.17% de la población total. La categoría muy alta se presenta en 8 polígonos de paisaje con una población equivalente al 28.68% de la población total. En estas categorías se encuentran los polígonos con mayor personal económicamente activo, lo cual ofrece buenas posibilidades para el desarrollo de la actividad económica de sus habitantes.

En la figura 22 se aprecia la distribución de las categorías de este indicador para la región, se aprecia que los valores muy bajos se encuentran principalmente en los municipios de Atecuario y Ecuandureo y los valores bajos en Cojumatlan e Ixtlán, mientras que las mejor situación económica se encuentra en Zamora, Chavinda, Yurécuaro y Chapala.

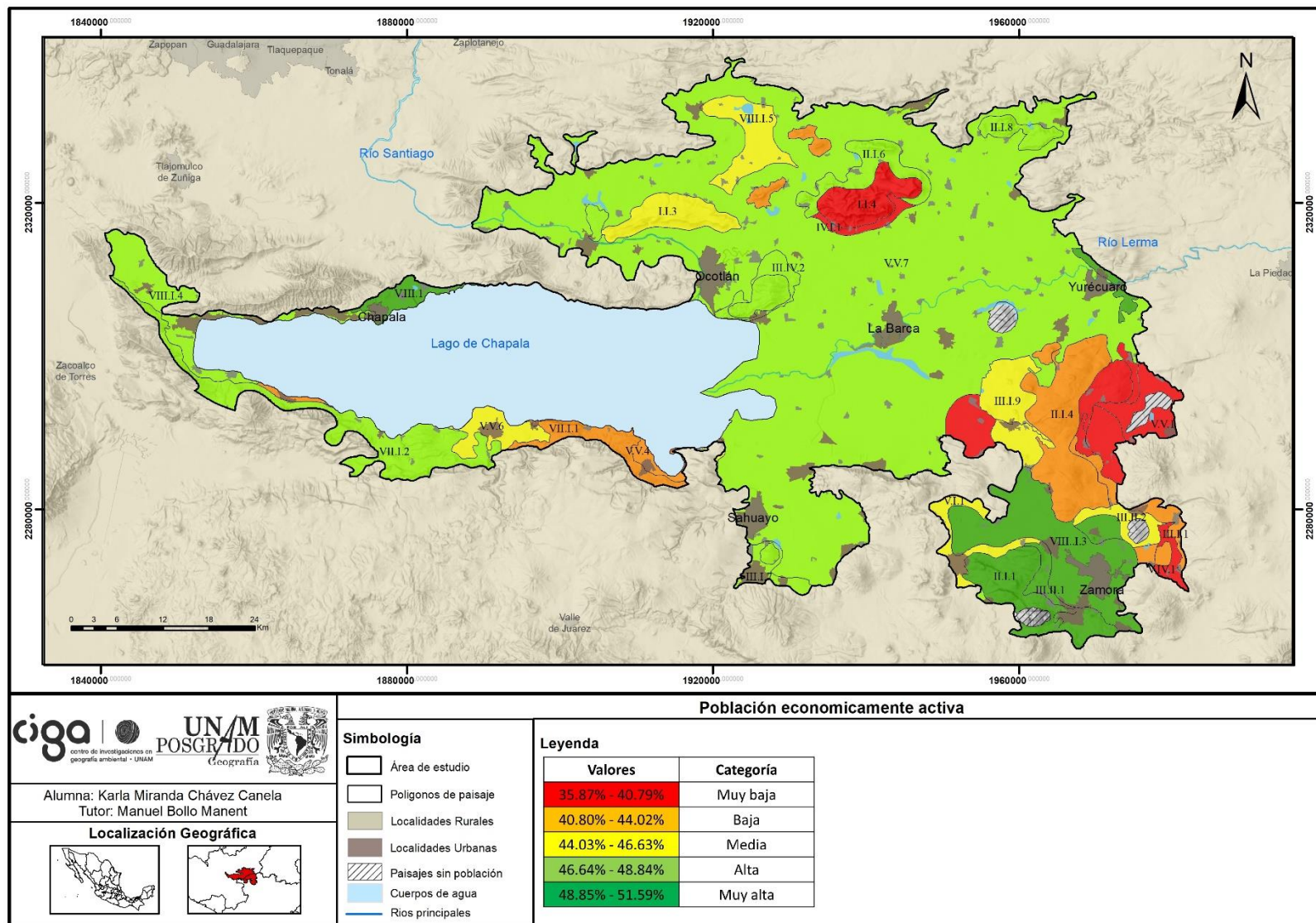
**Tabla 36:** Población económicamente activa por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Pob Tot	Categoría
I.I	I.I.1	0	Sin población
	I.I.2	1,543	Alta
	I.I.3	434	Media
	I.I.4	495	Muy baja
II.I	II.I.1	14,520	Muy alta
	II.I.2	183	Alta
	II.I.3	0	Sin población
	II.I.4	2,597	Baja
	II.I.5	113	Baja
	II.I.6	4,448	Alta
	II.I.7	7	Baja
	II.I.8	88	Alta
III.I	III.I.1	4,719	Baja
	III.I.2	1,212	Baja
	III.I.3	1,182	Muy baja
	III.I.4	0	Sin población
	III.I.5	30,678	Muy alta
	III.I.6	5,820	Alta
	III.I.7	31,309	Alta
	III.I.8	2,857	Baja
	III.I.9	843	Media
	III.I.10	1	Baja
III.II	III.II.1	8,295	Muy alta
	III.II.2	2,474	Media
III.III	III.III.1	638	Muy baja
III.IV	III.IV.1	976	Muy baja
	III.IV.2	7,722	Alta
	III.IV.3	8,128	Muy alta
	III.IV.4	893	Alta
III.V	III.V.1	928	Muy baja
III.VI	III.VI.1	4,859	Muy alta
	III.VI.2	945	Baja
IV.I	IV.I.1	1,407	Muy baja
	IV.I.2	0	Sin población
V.I	V.I.1	7,953	Media
V.II	V.II.1	5,843	Muy baja
V.III	V.III.1	25,911	Muy alta
V.IV	V.IV.1	1,916	Muy baja
V.V	V.V.1	8,162	Muy baja
	V.V.2	209	Media
	V.V.3	1,909	Media
	V.V.4	5,043	Baja
	V.V.5	5,588	Media
	V.V.6	17,538	Media
	V.V.7	527,577	Alta
VI.I	VI.I.1	1,487	Muy alta
VII.I	VII.I.1	4,814	Baja
	VII.I.2	5,358	Alta
VIII.I	VIII.I.1	0	Sin población
	VIII.I.2	1	Baja
	VIII.I.3	201,384	Muy alta
	VIII.I.4	65,432	Alta
	VIII.I.5	3,114	Media

Leyenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Polígono de paisaje PobTot: Población total.

Fuente: Elaboración propia, con información de Inegi (2020).

**Figura 22:** Mapa de la población económicamente activa por polígono de paisaje en la Región f-g.



*Fuente:* Elaboración propia con información de Inegi 2020a.

### **5.2.3 Matriz de datos estandarizados (MDZ)**

Una vez calculados todos los indicadores, se conformó la Matriz de Datos Índices (MDI). Como siguiente paso metodológico y tomando la información de la MDI, se obtuvo la Matriz de Datos Estandarizados (MDZ) la cual por su extensión se encuentra en anexos (Anexo 1.9), esta matriz permitió tener una visión sintética útil para la comparación entre variaciones de indicadores (Índices y Tasas) que han sido medidos en diferentes unidades. Los valores de la matriz se utilizan, como se explicó en la metodología, para comprender cuales indicadores explican el mismo fenómeno y descartar entonces uno o más de ellos para evitar un sesgo en el procesamiento estadístico; para ello se establecieron correlaciones múltiple

Los resultados de la correlación múltiple (Anexos 1.10), arrojaron que si existe alta relación entre algunas variables. Se decidió no integrar al cálculo del índice de degradación ambiental la Población económicamente activa (PEA) pues tiene una correlación perfecta con la Tasa de actividad económica (TAE) y excluir la Tasa de afiliación a servicios de salud (TASS) pues este muestra una relación positiva con otros 3 indicadores. El indicador de grado de urbanización de los paisajes fue eliminado debido a que sus resultados no aportan información relevante para los fines de la presente investigación y las superficies urbanizadas se consideran en el cálculo del IACV.

### **5.2.4 Matriz de datos categorizados (MDC)**

Una vez eliminados los indicadores resultado del proceso de estandarización y obtención de las correlaciones, se actualizó la Matriz de Datos Índices (MDI) (Anexo 1.11), la cual ahora contiene los 11 indicadores que intervienen finalmente en el cálculo del índice de degradación ambiental (IACV, AI, DSG, DA, ID, DP, AMA, IE, RE, ISBV y TAE). Con esta MDI actualizada, se conformó la Matriz de Datos Categorizados (MDC) (Anexo 1.12) en la cual se aprecian las categorías de Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja de cada indicador, posteriormente en esta matriz las categorías serán transformadas a valores del 1 al 5 de acuerdo con los niveles que aportan a la degradación ambiental.

## **5.3 Cálculo del índice de degradación ambiental de los paisajes (IDA).**

El siguiente paso metodológico fue la asignación de los juicios por utilizar en la ponderación de indicadores para el cálculo del índice de degradación, como se explicó en el capítulo metodológico, fueron definidos mediante la opinión de 4 expertos en temas ambientales:



Ayesa Martínez Serrano, Gustavo Martín Morales, Margarita Anaya Corona, y Manuel Bollo Manent. Los juicios asignados se muestran en la Tabla 37.

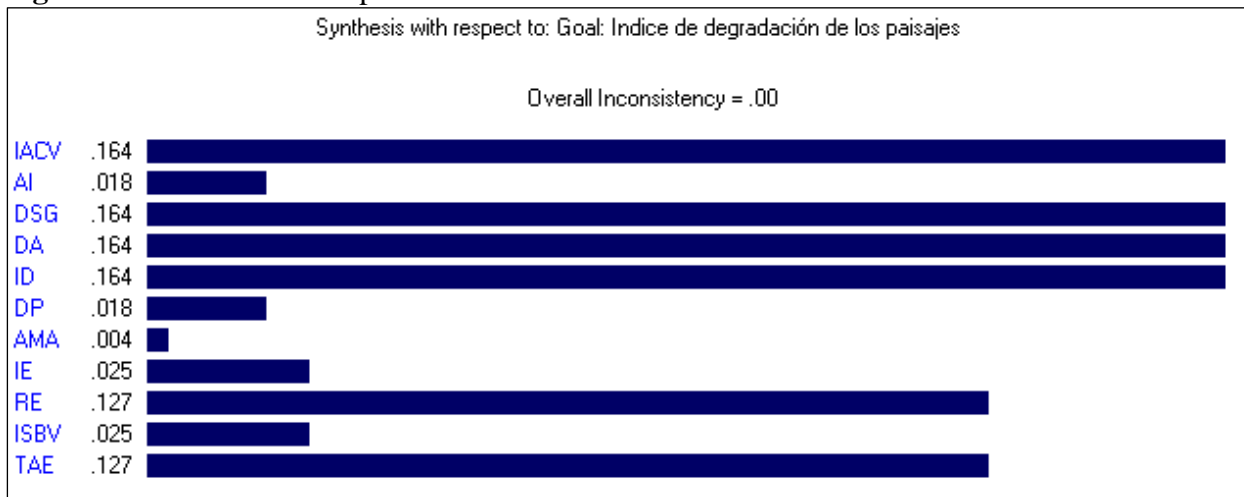
**Tabla 37:** Asignación de juicios

Indicadores		Valor
<b>Antropogénicos</b>		<b>9</b>
IACV	Índice de antropización de la cubierta vegetal	9
AI	Actividad industrial	7
<b>Naturales</b>		<b>9</b>
DSG	Degradación de suelo	7
DA	Degradación del agua	7
ID	Índice de deforestación	7
<b>Demográficos</b>		<b>5</b>
DP	Densidad de población	5
AMA	Atracción migratoria acumulada ( atracción al paisaje)	3
<b>Socioeconómicos</b>		<b>7</b>
IE	Índice de suficiencia vial (Engel)	1
RE	Índice de Rezago educativo	5
ISBV	Índice de servicios básicos de la vivienda	2
TAE	Tasa de actividad económica	5

*Fuente:* Elaboración propia, con acuerdo de expertos en el tema.

El procesamiento de los indicadores y sus juicios en el software Expert Choice, mostró como resultado los siguientes coeficientes de ponderación, que son los que se utilizarán para llegar a la matriz de ponderación y al cálculo del Índice de Degradación Ambiental (Figura 23).

**Figura 23:** Coeficientes de ponderación



*Fuente:* Elaboración propia, obtenidos de Expert Choice.

Posteriormente y como resultado de multiplicar los valores numéricos de la Matriz de Datos Categorizados (MDC), por los coeficientes de ponderación de cada indicador se obtuvo la Matriz de Datos Ponderados (MDP), la cual por su extensión se encuentra en anexos (Anexo 1.13). A partir de esta matriz se realiza el cálculo de la degradación de los paisajes, por medio del cálculo

del índice medio ya explicado en la metodología. A continuación se muestra un fragmento de la Matriz de Datos Ponderados, con los resultados del índice de degradación de los paisajes (Tabla 38).

**Tabla 38:** Fragmento de la MDP

MATRIZ DE DATOS PONDERADOS															Índice de degradación
DATOS GENERALES			POB	IACV	AI	DSG	DA	ID	DP	AMA	le	Ire	ISBV	TAE	
L F-G	PLG	AREA	POB	IACV	AI	DSG	DA	ID	DP	AMA	le	Ire	ISBV	TAE	Índice de degradación
I.I	I.I.1	8.21	0	0.33	0.02	0.16	0.49	0.33			0.13				1.46
I.I	I.I.2	25.53	1543	0.33	0.02	0.33	0.82	0.16	0.02	0.01	0.13	0.25	0.08	0.25	2.17
I.I	I.I.3	58.23	434	0.33	0.02	0.33	0.49	0.16	0.02	0.02	0.08	0.25	0.08	0.38	1.81
I.I	I.I.4	59.13	495	0.16	0.02	0.33	0.82	0.49	0.02	0.02	0.10	0.38	0.10	0.51	2.49
II.I	II.I.1	72.32	14520	0.16	0.02	0.33	0.49	0.16	0.04	0.02	0.13	0.25	0.05	0.13	1.66
II.I	II.I.2	5.01	183	0.16	0.02	0.66	0.49	0.82	0.02	0.01	0.10	0.51	0.10	0.13	2.90
II.I	II.I.3	6.84	0	0.33	0.02	0.33	0.49	0.16			0.13				1.46
II.I	II.I.4	146.41	2597	0.16	0.04	0.33	0.49	0.66	0.02	0.01	0.10	0.51	0.08	0.38	2.42
II.I	II.I.5	9.11	113	0.49	0.02	0.66	0.82	0.33	0.02	0.02	0.10	0.51	0.13	0.25	3.11
II.I	II.I.6	53.4	4448	0.33	0.02	0.33	0.82	0.66	0.02	0.02	0.10	0.38	0.08	0.13	2.76
II.I	II.I.7	10.18	7	0.33	0.02	0.49	0.82	0.49	0.02	0.02	0.05	0.51	0.10	0.38	2.88
II.I	II.I.8	25.82	88	0.33	0.02	0.33	0.82	0.33	0.02	0.02	0.10	0.38	0.10	0.25	2.46
III.I	III.I.1	17.74	4719	0.49	0.02	0.49	0.49	0.33	0.04	0.02	0.13	0.64	0.08	0.51	2.76
III.I	III.I.2	10.43	1212	0.33	0.02	0.66	0.49	0.82	0.02	0.02	0.10	0.51	0.08	0.38	3.07
III.I	III.I.3	30.92	1182	0.49	0.02	0.33	0.49	0.82	0.02	0.02	0.10	0.64	0.10	0.51	3.07
III.I	III.I.4	0.55	0	0.49	0.02	0.33	0.49	0.16			0.13				1.62
III.I	III.I.5	24.11	30678	0.33	0.02	0.82	0.49	0.49	0.07	0.02	0.13	0.25	0.05	0.13	2.68
III.I	III.I.6	1.51	5820	0.66	0.07	0.33	0.49	0.82	0.09	0.02	0.13	0.25	0.08	0.25	2.95
III.I	III.I.7	23.88	31309	0.66	0.04	0.49	0.49	0.82	0.07	0.01	0.10	0.13	0.08	0.25	2.91
III.I	III.I.8	5.4	2857	0.82	0.05	0.16	0.16	0.82	0.05	0.02	0.10	0.25	0.08	0.38	2.56
III.I	III.I.9	49.01	843	0.82	0.02	0.16	0.82	0.82	0.02	0.00	0.10	0.38	0.08	0.38	3.25
III.I	III.I.10	5.58	1	0.49	0.02	0.66	0.82	0.49	0.02	0.01	0.08	0.25	0.08	0.38	2.95
III.II	III.II.1	16.26	8295	0.66	0.05	0.33	0.49	0.49	0.05	0.02	0.10	0.38	0.05	0.13	2.63
III.II	III.II.2	22.53	2474	0.66	0.02	0.49	0.49	0.66	0.02	0.02	0.10	0.64	0.08	0.25	3.19
III.III	III.III.1	5.98	638	0.66	0.02	0.66	0.49	0.82	0.02	0.01	0.10	0.64	0.10	0.64	3.56
III.IV	III.IV.1	8.1	976	0.33	0.02	0.49	0.49	0.66	0.02	0.02	0.13	0.38	0.08	0.64	2.66
III.IV	III.IV.2	22.42	7722	0.66	0.04	0.33	0.82	0.49	0.04	0.01	0.13	0.13	0.08	0.25	2.73
III.IV	III.IV.3	7.69	8128	0.66	0.04	0.49	0.82	0.66	0.07	0.00	0.10	0.38	0.08	0.13	3.30
III.IV	III.IV.4	8.89	893	0.49	0.02	0.66	0.49	0.82	0.02	0.02	0.10	0.25	0.08	0.13	2.95
III.V	III.V.1	31.49	928	0.66	0.04	0.49	0.49	0.82	0.02	0.02	0.10	0.64	0.08	0.64	3.40
III.VI	III.VI.1	15.93	4859	0.49	0.04	0.66	0.49	0.66	0.04	0.02	0.10	0.38	0.08	0.13	2.95
III.VI	III.VI.2	5.91	945	0.49	0.02	0.66	0.49	0.82	0.04	0.02	0.10	0.51	0.03	0.51	3.21
IV.I	IV.I.1	14.42	1407	0.82	0.02	0.33	0.82	0.66	0.02	0.02	0.10	0.38	0.10	0.51	3.31
IV.I	IV.I.2	12.06	0	0.66	0.02	0.16	0.82	0.33			0.13				2.11
V.I	V.I.1	34.24	7953	0.66	0.04	0.66	0.49	0.66	0.04	0.02	0.10	0.38	0.08	0.25	3.13
V.II	V.II.1	36.53	5843	0.82	0.02	0.66	0.49	0.82	0.04	0.02	0.10	0.64	0.08	0.51	3.71
V.III	V.III.1	30.88	25911	0.66	0.04	0.82	0.16	0.82	0.07	0.01	0.10	0.25	0.05	0.13	2.99
V.IV	V.IV.1	14.36	1916	0.82	0.02	0.66	0.49	0.82	0.02	0.02	0.10	0.64	0.03	0.51	3.65
V.V	V.V.1	42.56	8162	0.66	0.04	0.66	0.49	0.82	0.04	0.02	0.10	0.51	0.05	0.51	3.42
V.V	V.V.2	0.9	209	0.66	0.02	0.33	0.49	0.82	0.04	0.02	0.10	0.38	0.05	0.38	2.93
V.V	V.V.3	0.82	1909	0.66	0.02	0.16	0.49	0.82	0.09	0.01	0.10	0.38	0.05	0.38	2.82
V.V	V.V.4	12.47	5043	0.82	0.02	0.16	0.49	0.82	0.05	0.01	0.10	0.38	0.08	0.38	2.97
V.V	V.V.5	26.3	5588	0.66	0.02	0.66	0.49	0.82	0.04	0.01	0.10	0.38	0.08	0.38	3.28
V.V	V.V.6	40.14	17538	0.82	0.02	0.66	0.49	0.82	0.05	0.01	0.13	0.25	0.08	0.25	3.35
V.V	V.V.7	2177.99	527577	0.66	0.09	0.66	0.82	0.82	0.04	0.01	0.10	0.25	0.05	0.25	3.51
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del Índice de degradación de los paisajes agruparon en 5 categorías, las cuales se definen a continuación teniendo en cuenta la información de la MDC para cada indicador.

*Paisajes muy poco degradados:* Paisajes que se caracterizan por actividad antrópica baja; componentes naturales que no manifiestan modificaciones sensibles, presencia de alta cobertura vegetal, sin degradación de suelos, aunque presentan déficit de agua en sus acuíferos; muy baja densidad de población, poca capacidad vial y buena situación en los indicadores socioeconómicos.

*Paisajes poco degradados:* Paisajes que se caracterizan por una antropización baja a media; con baja modificación de los componentes naturales, ligera degradación de suelos, poca cobertura vegetal y alto a muy alto déficit de agua en sus acuíferos; muy baja a media densidad de población; buena situación en los indicadores económicos, indicadores sociales diferenciados: situación en general favorable en las viviendas, algunos problemas de rezago educativo, baja atracción de migrantes y poca capacidad vial.

*Paisajes degradados:* Paisajes que se caracterizan por una antropización media a alta, en algunos polígonos presencia de actividad industrial; con modificación de los componentes naturales, degradación moderada de los suelos, déficit y alto déficit de agua en sus acuíferos, fuerte pérdida de cobertura de vegetación; densidad de población desde muy baja a muy alta; situación media a muy buena de los indicadores económicos; situación de rezago en la educación entre medio y alto, situación media en las condiciones de la vivienda, poca capacidad vial y atracción migratoria entre baja a media.

*Paisajes muy degradados:* Paisajes que se caracterizan por una antropización media a muy alta con limitada actividad industrial; modificación intensa de sus componentes naturales, degradación de suelos moderada y ligera a moderada, déficit y alto déficit de agua en sus acuíferos, alta a muy alta pérdida de las coberturas vegetales; densidad de población de baja a alta; buena situación de los indicadores económicos; situación de rezago educativo de medio a alto, situación variable de los servicios básicos en la vivienda, poca capacidad vial o redes viales saturadas y atracción migratoria muy variada (desde valores muy bajos a muy altos).

*Paisajes intensamente degradados:* Paisajes que se caracterizan por una antropización alta y muy alta, con muy alta presencia de actividad industrial en uno de sus polígonos; con modificaciones muy intensas de los componentes naturales, degradación de suelos moderada, alto a muy alto déficit de agua en sus acuíferos, ausencia casi total de cobertura vegetal; muy baja y baja densidad de población; situación económica satisfactoria; situación de rezago educativo de

muy alto a alto, situación satisfactoria de servicios básicos a la vivienda; atracción migratoria variada y poca capacidad vial.

Los resultados generales del índice de degradación ambiental de los paisajes, para la región se muestran en la siguiente Tabla 39.

**Tabla 39:** Categorías del Índice de degradación ambiental de los paisajes de la Región

Valor	Categoría	Polígonos	Área km <sup>2</sup>	% de área	Habitantes	% de habitantes
1.66 – 2.17	Paisajes muy poco degradados	7	183.74	3.78	16496	1.60
2.18 – 2.76	Paisajes poco degradados	12	625.56	12.87	133666	12.98
2.77 – 3.08	Paisajes degradados	15	213.45	4.39	83351	8.10
3.09 – 3.35	Paisajes muy degradados	10	400.59	8.24	246371	23.93
3.36 – 3.71	Paisajes intensamente degradados	9	2385.76	49.09	549665	53.39

*Fuente:* Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 39 los resultados generales para el índice de degradación muestran que en la región predomina la categoría de paisajes intensamente degradados, esta se encuentra en 9 polígonos de paisaje formados por planicies, los cuales representan el 49.09% de la superficie total de la región y el 53.39% de la población total. Esta categoría se aprecia en el centro y norte de la región donde se encuentran algunas ciudades importantes, como: Ocotlán, La Barca, Sahuayo y Yurécuaro.

La categoría de paisajes muy degradados se encuentra en 10 polígonos, paisajes de planicies y lomeríos, con una superficie que representa el 8.24% de la región, pero con importante presencia de población, pues se encuentra el 23.93% de la población total de la región. Esta categoría se encuentra en el sur y sureste de la región, en asentamientos importantes como lo son Zamora y Tizapán el alto.

Estas categorías (paisajes intensamente degradados y muy degradados), representan parte importante de la región, el 61.63% de la superficie total y el 77.32% de su población, con esto se aprecia que la mayor parte de la región no se encuentra en buenas condiciones ambientales pues muestra altos niveles de degradación.

La categoría con menor superficie en la región es la de paisajes degradados, esta se encuentra en 15 paisajes formados por planicies y lomeríos, con una superficie equivalente al 4.39% de la región, y el 8.10% de la población total de la región, esta categoría se encuentra dispersa en varias partes de la región, se encuentran asentamientos importantes como Chapala y Jiquilpan.

La categoría de paisajes poco degradados está formada por 12 polígonos de paisajes que representan el 12.87% de la superficie de la región y en ellos habita el 12.98% de su población, son paisajes de montañas, lomeríos y planicies. Estos paisajes se ubican principalmente en la parte este del Lago de Chapala y en el sur de la región, en asentamientos como Tuxcueca, Jocotepec, Ajijic y Santiago Tangamandapio.

La categoría de paisajes muy poco degradados se extiende en 7 paisajes equivalentes a un 3.78% de la superficie de la región y el 1.60% de la población total (el 60% de estos paisajes no tienen población), son paisajes de montañas, lomeríos y planicies, estos se ubican principalmente al norte y sur de la región cerca de Ocotlán y de Zamora.

Las categorías con mejores condiciones ambientales (paisajes poco degradados y muy poco degradados), se extienden en el 38.26% de la superficie de la región y en estos habita el 14.58% de la población total, estos paisajes presentan muy poca antropización por ser zonas de difícil acceso, esto les ha permitido tener bajos niveles de degradación.

En la figura 24 se muestran las categorías para cada polígono de paisaje, donde se aprecia que en la región predominan los paisajes con intensa y muy alta degradación, también aquellos polígonos aislados que presentan menor grado de degradación. En la tabla 40 se muestran las categorías y el valor de degradación ambiental de los paisajes (IDA) que obtuvieron los polígonos de paisaje en el cálculo del índice de degradación.

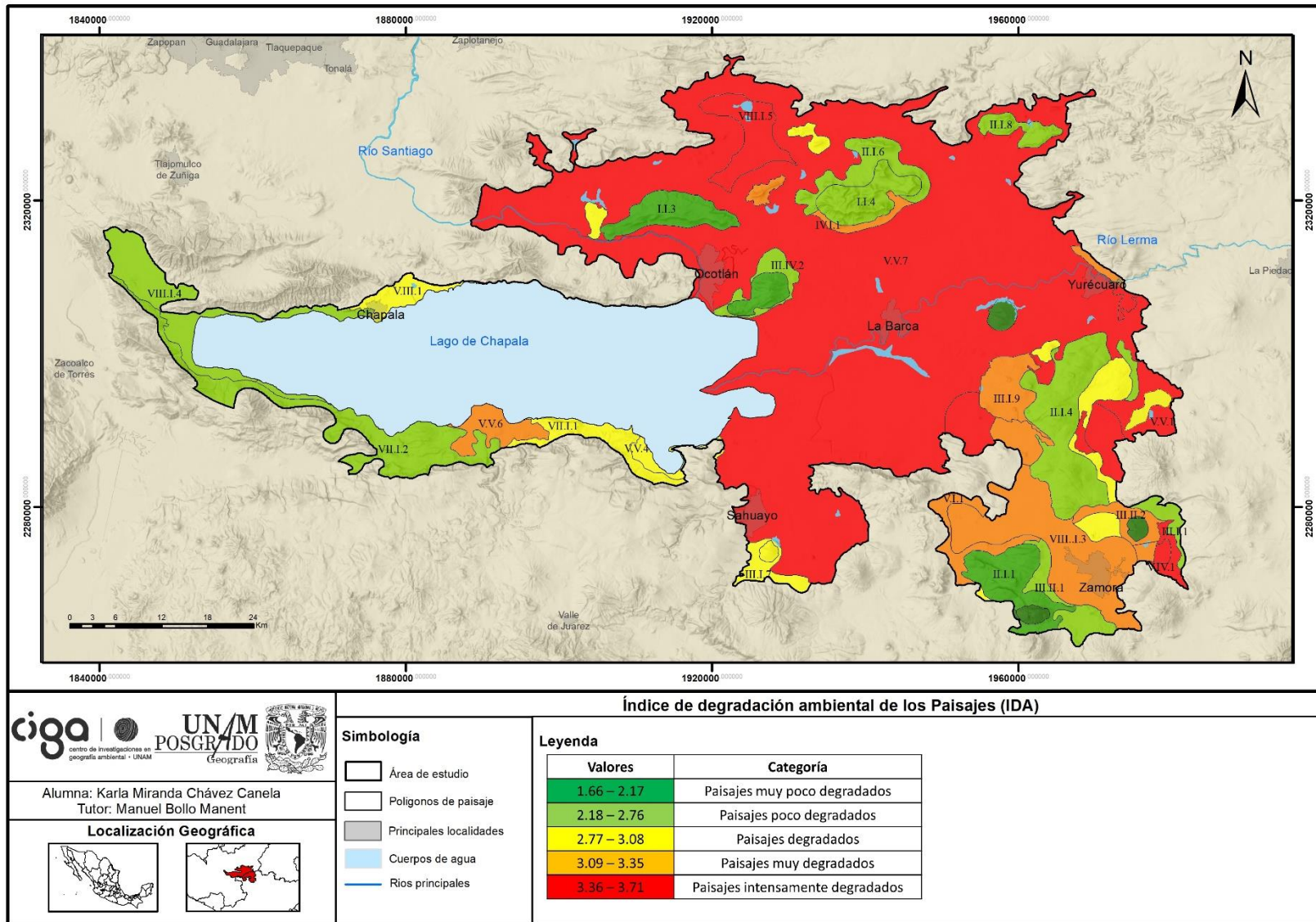
**Tabla 40:** Categorías del índice de degradación ambiental (IDA) por polígono de paisaje.

Loc F-G	PLG	Pob Tot	Área km <sup>2</sup>	IDA	Categoría
I.I	I.I.1	0	8.21	1.46	Paisajes muy poco degradados
	I.I.2	1,543	25.53	2.17	Paisajes muy poco degradados
	I.I.3	434	58.23	1.81	Paisajes muy poco degradados
	I.I.4	495	59.13	2.49	Paisajes poco degradados
II.I	II.I.1	14,520	72.32	1.66	Paisajes muy poco degradados
	II.I.2	183	5.01	2.90	Paisajes degradados
	II.I.3	0	6.84	1.46	Paisajes muy poco degradados
	II.I.4	2,597	146.41	2.42	Paisajes poco degradados
	II.I.5	113	9.11	3.11	Paisajes muy degradados
	II.I.6	4,448	53.4	2.76	Paisajes poco degradados
	II.I.7	7	10.18	2.88	Paisajes degradados
	II.I.8	88	25.82	2.46	Paisajes poco degradados
III.I	III.I.1	4,719	17.74	2.76	Paisajes poco degradados
	III.I.2	1,212	10.43	3.07	Paisajes degradados
	III.I.3	1,182	30.92	3.07	Paisajes degradados
	III.I.4	0	0.55	1.62	Paisajes muy poco degradados
	III.I.5	30,678	24.11	2.68	Paisajes poco degradados
	III.I.6	5,820	1.51	2.95	Paisajes degradados
	III.I.7	31,309	23.88	2.91	Paisajes degradados
	III.I.8	2,857	5.4	2.56	Paisajes poco degradados
	III.I.9	843	49.01	3.25	Paisajes muy degradados
	III.I.10	1	5.58	2.95	Paisajes degradados
III.II	III.II.1	8,295	16.26	2.63	Paisajes poco degradados
	III.II.2	2,474	22.53	3.19	Paisajes muy degradados
III.III	III.III.1	638	5.98	3.56	Paisajes intensamente degradados
III.IV	III.IV.1	976	8.1	2.66	Paisajes poco degradados
	III.IV.2	7,722	22.42	2.73	Paisajes poco degradados
	III.IV.3	8,128	7.69	3.30	Paisajes muy degradados
	III.IV.4	893	8.89	2.95	Paisajes degradados
III.V	III.V.1	928	31.49	3.40	Paisajes intensamente degradados
III.VI	III.VI.1	4,859	15.93	2.95	Paisajes degradados
	III.VI.2	945	5.91	3.21	Paisajes muy degradados
IV.I	IV.I.1	1,407	14.42	3.31	Paisajes muy degradados
	IV.I.2	0	12.06	2.11	Paisajes muy poco degradados
V.I	V.I.1	7,953	34.24	3.13	Paisajes muy degradados
V.II	V.II.1	5,843	36.53	3.71	Paisajes intensamente degradados
V.III	V.III.1	25,911	30.88	2.99	Paisajes degradados
V.IV	V.IV.1	1,916	14.36	3.65	Paisajes intensamente degradados
V.V	V.V.1	8,162	42.56	3.42	Paisajes intensamente degradados
	V.V.2	209	0.9	2.93	Paisajes degradados
	V.V.3	1,909	0.82	2.82	Paisajes degradados
	V.V.4	5,043	12.47	2.97	Paisajes degradados
	V.V.5	5,588	26.3	3.28	Paisajes muy degradados
	V.V.6	17,538	40.14	3.35	Paisajes muy degradados
	V.V.7	527,577	2,177.99	3.51	Paisajes intensamente degradados
VI.I	VI.I.1	1,487	6.91	3.62	Paisajes intensamente degradados
VII.I	VII.I.1	4,814	44.56	3.08	Paisajes degradados
	VII.I.2	5,358	142.03	2.62	Paisajes poco degradados
VIII.I	VIII.I.1	0	11.49	2.93	Paisajes degradados
	VIII.I.2	1	5.59	3.44	Paisajes intensamente degradados
	VIII.I.3	201,384	191.24	3.24	Paisajes muy degradados
	VIII.I.4	65,432	104.74	2.58	Paisajes poco degradados
	VIII.I.5	3,114	64.35	3.58	Paisajes intensamente degradados

Legenda: Loc F-G: Localidad fisicogeografica, PLG: Polígono de paisaje PobTot: Población total.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24: Mapa del índice de degradación ambiental de los paisajes (IDA) en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia.

## 5.4. Problemática ambiental. Intensidad y número de problemas ambientales

### Intensidad de la problemática ambiental

La intensidad de la problemática ambiental en cada polígono, resultado de la suma de puntos asignada a cada indicador, se clasificó en 5 categorías (Tabla 41).

**Tabla 41.** Categorías de la intensidad de los problemas ambientales

Intensidad de los problemas ambientales						
Valor	Categoría	Polígonos	Superficie km <sup>2</sup>	%	Población	%
0 a 4	Muy baja	1	40.14	0.83	17,538	1.70
5 a 29	Baja	3	123.67	2.54	16,151	1.56
30 a 40	Media	22	668.57	13.76	45,935	4.45
41 a 46	Alta	20	439.12	9.03	198,078	19.18
47 a 54	Muy alta	7	2,525.54	51.96	751,847	72.80

*Fuente:* elaboración propia

En la tabla 42 se presentan los resultados de este indicador por polígonos de paisajes, estos resultados muestran que la mayor parte de la región presenta una muy alta intensidad de problemas ambientales, esta categoría se encuentra en 7 polígonos los cuales se extienden en el 51.96% de su superficie, y en ellos habita el 72.80% de la población total de la región. En esta categoría se encuentran asentamientos importantes para la región, Ocotlán, La Barca, Sahuayo, Yurécuaro y Zamora.

La categoría de alta intensidad de problemas ambientales se ubica en 20 polígonos, los cuales tienen una superficie del 9.03% de la región, y el 19.18% de la población total de la región. Los polígonos de paisaje de esta categoría se encuentran dispersos en la región, algunos asentamientos importantes que se encuentran en esta categoría son: Jacona, Jiquilpan, Chapala, Jocotepec y Cojumatlán.

Los paisajes que se encuentran en estas categorías (muy alta y alta intensidad) están sometidos a problemas ambientales de muy alta intensidad, los problemas con mayor intensidad que se encuentran en los paisajes de estas categorías son los problemas sociales y problemas tecno-ambientales (Tabla 42).

La categoría de intensidad media de problemas ambientales se presenta en 22 polígonos, los cuales representan al 13.76% de la región y en ellos habita un 4.45% de la población total, los polígonos de esta categoría son paisajes de planicies y lomeríos. En estos paisajes se encuentran algunos asentamientos como Tuxcueca y San Luis Soyotlán.



La intensidad baja de problemas ambientales se ubica en 3 polígonos, estos representan el 2.54% de la región y una población equivalente al 1.56% de la misma. Esta categoría se expande en algunos asentamientos de la región, entre ellos: Santiago Tangamandapio y Chavinda.

Dentro de la categoría de muy baja intensidad de problemas ambientales, se ubica el polígono V.V.6, el cual tiene una superficie de 40.14km<sup>2</sup>, una población de 17,538 habitantes, y se ubica en Tizapán el Alto al sur del Lago de Chapala.

Los paisajes que se encuentran en estas categorías (baja y muy baja intensidad) están sometidos paisajes en los que a pesar de que hay problemas ambientales ellos no tienen gran intensidad, los problemas con mayor intensidad que se encuentran en los paisajes de estas categorías son principalmente problemas sociales, y algunos problemas hidro-ambientales y tecno-ambientales.

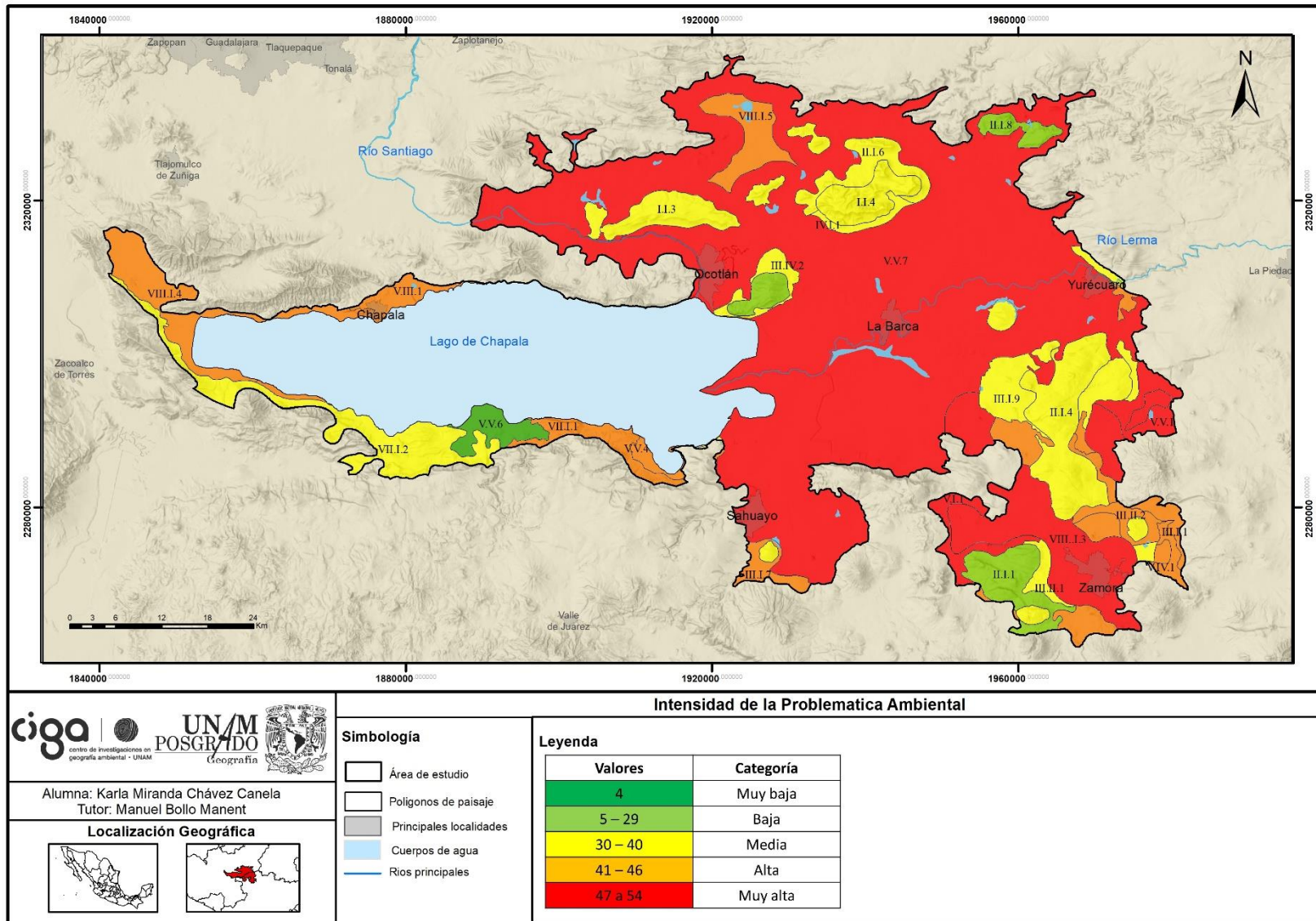
En la figura 24 se muestra la distribución de las categorías de intensidad de problemas ambientales, en general predominan las categorías de alta intensidad de problemas ambientales, se aprecia que la región se encuentra en un estado preocupante, el cual debe ser atendido.

**Tabla 42.** Categorías de intensidad de problemas ambientales, por polígono de paisaje.

L F-G	PLG	Pob Tot	Área km <sup>2</sup>	Intensidad	Categorías
I.I	I.I.1	0	8.21	38	Media
	I.I.2	1,543	25.53	27	Baja
	I.I.3	434	58.23	34	Media
	I.I.4	495	59.13	39	Media
II.I	II.I.1	14,520	72.32	27	Baja
	II.I.2	183	5.01	32	Media
	II.I.3	0	6.84	39	Media
	II.I.4	2,597	146.41	36	Media
	II.I.5	113	9.11	38	Media
	II.I.6	4,448	53.4	34	Media
	II.I.7	7	10.18	35	Media
	II.I.8	88	25.82	29	Baja
III.I	III.I.1	4,719	17.74	44	Alta
	III.I.2	1,212	10.43	44	Alta
	III.I.3	1,182	30.92	40	Media
	III.I.4	0	0.55	43	Alta
	III.I.5	30,678	24.11	41	Alta
	III.I.6	5,820	1.51	45	Alta
	III.I.7	31,309	23.88	42	Alta
	III.I.8	2,857	5.4	43	Alta
	III.I.9	843	49.01	38	Media
	III.I.10	1	5.58	38	Media
III.II	III.II.1	8,295	16.26	39	Media
	III.II.2	2,474	22.53	45	Alta
III.III	III.III.1	638	5.98	45	Alta
III.IV	III.IV.1	976	8.1	40	Media
	III.IV.2	7,722	22.42	37	Media
	III.IV.3	8,128	7.69	38	Media
	III.IV.4	893	8.89	36	Media
III.V	III.V.1	928	31.49	47	Muy alta
III.VI	III.VI.1	4,859	15.93	42	Alta
	III.VI.2	945	5.91	39	Media
IV.I	IV.I.1	1,407	14.42	39	Media
	IV.I.2	0	12.06	40	Media
V.I	V.I.1	7,953	34.24	50	Muy alta
V.II	V.II.1	5,843	36.53	48	Muy alta
V.III	V.III.1	25,911	30.88	42	Alta
V.IV	V.IV.1	1,916	14.36	46	Alta
V.V	V.V.1	8,162	42.56	47	Muy alta
	V.V.2	209	0.9	42	Alta
	V.V.3	1,909	0.82	39	Media
	V.V.4	5,043	12.47	42	Alta
	V.V.5	5,588	26.3	44	Alta
	V.V.6	17,538	40.14	4	Muy baja
	V.V.7	527,577	2,177.99	50	Muy alta
VI.I	VI.I.1	1,487	6.91	41	Alta
VII.I	VII.I.1	4,814	44.56	43	Alta
	VII.I.2	5,358	142.03	35	Media
VIII.I	VIII.I.1	0	11.49	48	Muy alta
	VIII.I.2	1	5.59	44	Alta
	VIII.I.3	201,384	191.24	54	Muy alta
	VIII.I.4	65,432	104.74	44	Alta
	VIII.I.5	3,114	64.35	43	Alta

Fuente: elaboración propia

Figura 25: Mapa de la intensidad de la problemática ambiental en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia.

### *Cantidad de problemas ambientales*

La cantidad de problemas ambientales por paisaje, resultado de la suma de estos se clasificaron en 5 categorías (Tabla 43).

**Tabla 43.** Categorías de la cantidad de los problemas ambientales

Valor	Categoría	Polígonos	Superficie km <sup>2</sup>	%	Población	%
0 a 2	Muy baja	4	181.9	3.74	16,584	1.61
3 a 4	Baja	10	521.75	10.73	58,889	5.70
5 a 6	Media	23	2,515.49	51.75	643,742	62.33
7 a 8	Alta	14	384.36	7.91	107,034	10.36
9 a 10	Muy alta	2	205.6	4.23	203,299	19.69

*Fuente:* elaboración propia

Los resultados generales para la región muestran que la categoría de muy baja cantidad de problemas ambientales se ubica en 4 polígonos, los cuales se extienden en el 3.74% de la región y 1.61% de su población, esta categoría se encuentra en montañas y lomeríos al norte y oeste de la región en asentamientos como chavinda y cerca de Ocotlán, Tabla 44.

La categoría baja se encuentra en 10 polígonos de paisajes formados por lomeríos y planicies, los cuales ocupan un 10.73% de la superficie de la región y contienen 5.70% de su población, estos paisajes se encuentran en asentamientos como Jiquilpan y Tuxcueca.

La mayor parte de los paisajes de la región se encuentran en la categoría de cantidad media de problemas ambientales. Estos paisajes presentan entre 5 o 6 problemas ambientales definidos por su intensidad, Esta categoría se presenta en 23 polígonos que representan el 51.75% de la superficie de la región y afecta al 62% de su población, algunos asentamientos en esta categoría son: Ocotlán, Yurécuaro, La Barca y Sahuayo.

La categoría alta en el número de problemas ambientales ocupa el 7.91% de la superficie de la región y contiene 14 polígonos donde habita una población equivalente al 10.36% de la población de la región. Estos son paisajes de planicie y en ellos se encuentran algunos asentamientos como Cojumatlán, Jocotepec y Ecuandureo.

Los paisajes V.IV.1 y VIII.I.3, tienen muy alto número de problemas ambientales, se extienden en el 4.23% de la superficie de la región y en ellos habitan casi el 20 % de su población. Estos son paisajes de planicies y se encuentran ubicados en Zamora.

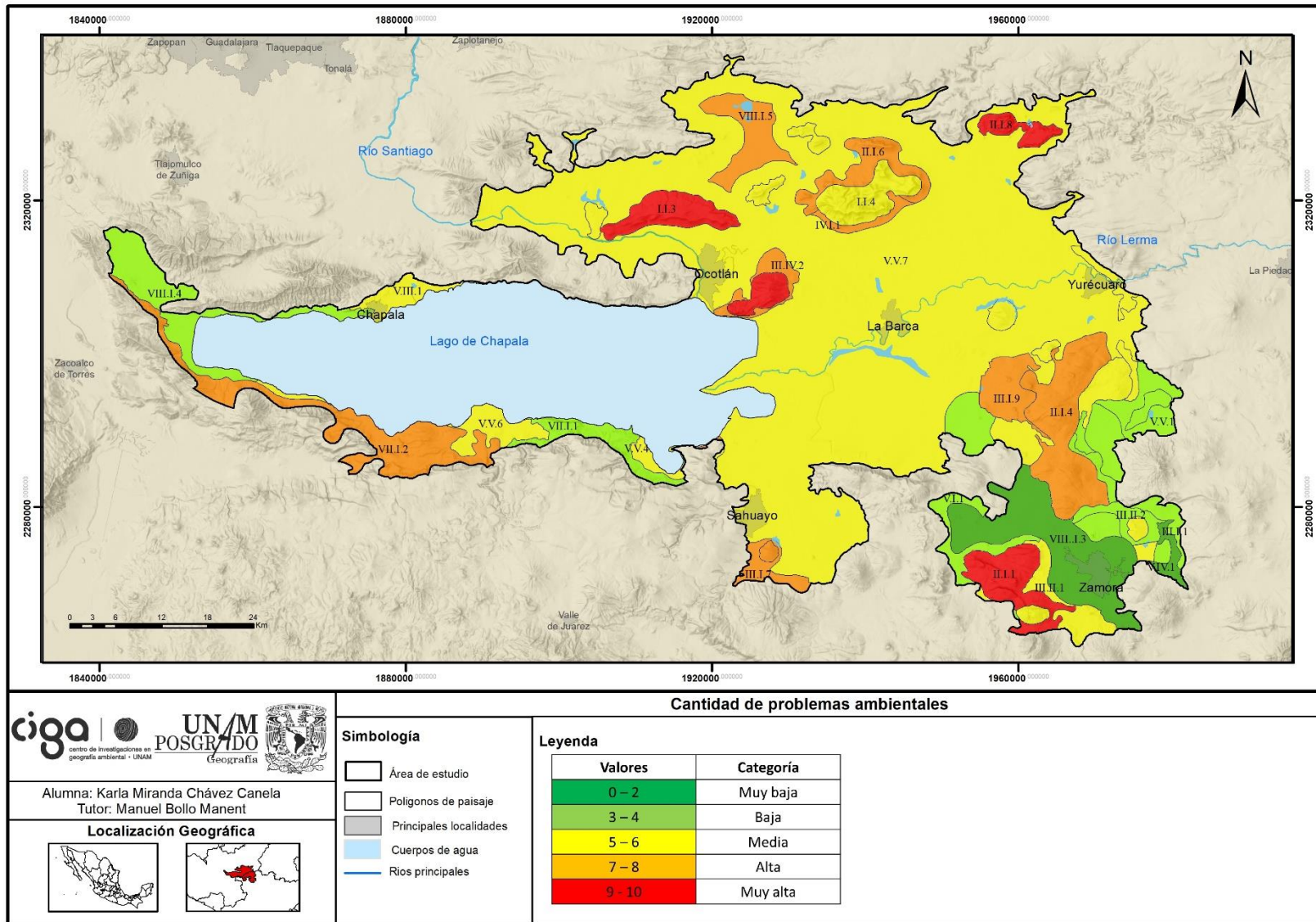
En la figura 25, se muestra la distribución de las categorías para la cantidad de problemas ambientales, se aprecia que predomina la categoría media, y los principales polígonos con alta y muy alta cantidad se ubican al sur de la región.

**Tabla 44:** Categorías de cantidad de problemas ambientales, por polígono de paisaje.

L F-G	PLG	Pob Tot	Área km <sup>2</sup>	Cantidad de problemas	Categorías
I.I	I.I.1	0	8.21	5	Media
	I.I.2	1,543	25.53	0	Muy baja
	I.I.3	434	58.23	2	Muy baja
	I.I.4	495	59.13	5	Media
II.I	II.I.1	14,520	72.32	1	Muy baja
	II.I.2	183	5.01	3	Baja
	II.I.3	0	6.84	5	Media
	II.I.4	2,597	146.41	3	Baja
	II.I.5	113	9.11	6	Media
	II.I.6	4,448	53.4	3	Baja
	II.I.7	7	10.18	5	Media
	II.I.8	88	25.82	1	Muy baja
III.I	III.I.1	4,719	17.74	7	Alta
	III.I.2	1,212	10.43	7	Alta
	III.I.3	1,182	30.92	6	Media
	III.I.4	0	0.55	7	Alta
	III.I.5	30,678	24.11	6	Media
	III.I.6	5,820	1.51	6	Media
	III.I.7	31,309	23.88	4	Baja
	III.I.8	2,857	5.4	6	Media
	III.I.9	843	49.01	4	Baja
	III.I.10	1	5.58	5	Media
III.II	III.II.1	8,295	16.26	5	Media
	III.II.2	2,474	22.53	7	Alta
III.III	III.III.1	638	5.98	7	Alta
III.IV	III.IV.1	976	8.1	6	Media
	III.IV.2	7,722	22.42	3	Baja
	III.IV.3	8,128	7.69	5	Media
	III.IV.4	893	8.89	5	Media
III.V	III.V.1	928	31.49	8	Alta
III.VI	III.VI.1	4,859	15.93	7	Alta
	III.VI.2	945	5.91	6	Media
IV.I	IV.I.1	1,407	14.42	4	Baja
	IV.I.2	0	12.06	6	Media
V.I	V.I.1	7,953	34.24	8	Alta
V.II	V.II.1	5,843	36.53	7	Alta
V.III	V.III.1	25,911	30.88	5	Media
V.IV	V.IV.1	1,916	14.36	9	Muy alta
V.V	V.V.1	8,162	42.56	8	Alta
	V.V.2	209	0.9	5	Media
	V.V.3	1,909	0.82	4	Baja
	V.V.4	5,043	12.47	5	Media
	V.V.5	5,588	26.3	5	Media
	V.V.6	17,538	40.14	5	Media
	V.V.7	527,577	2,177.99	6	Media
VI.I	VI.I.1	1,487	6.91	5	Media
VII.I	VII.I.1	4,814	44.56	7	Alta
	VII.I.2	5,358	142.03	4	Baja
VIII.I	VIII.I.1	0	11.49	8	Alta
	VIII.I.2	1	5.59	7	Alta
	VIII.I.3	201,384	191.24	10	Muy alta
	VIII.I.4	65,432	104.74	7	Alta
	VIII.I.5	3,114	64.35	4	Baja

Fuente: elaboración propia

Figura 26: Mapa de la cantidad de la problemática ambiental en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia.

### ***Resultados generales de la problemática ambiental***

Los indicadores que mayor intensidad de problemática ambiental presentan en la región son el índice de deforestación, con una categoría de muy alta, los cuales representan el 61% de los paisajes del territorio y en ellos habita el 83% de la población total y el índice de antropización de la cubierta vegetal el cual presenta la categoría de alto en el 54% de los paisajes de la región, en los cuales habita el 69% del total de habitantes. Indicadores como la contaminación por tipo de industrias y longitud de carreteras, presentan intensidad muy alta en solamente un polígono, pero este ocupa el 45% de la superficie de la región y en el cual se concentra el 51% de la población total. Los resultados por indicadores se muestran en el Anexo 1.14.

La problemática ambiental se localiza fundamentalmente en 3 localidades; la localidad V, de planicies estructural-plegadas acolinadas, con agricultura de riego anual y fragmentos de agricultura de temporal anual, en los paisajes de esta localidad predominan los problemas sociales y tecno-ambientales; la localidad VIII de planicies fluvio-acumulativas subhorizontales, con agricultura de riego anual y fragmentos de agricultura de temporal anual, en los polígonos de paisaje de esta localidad predominan los problemas tecno-ambientales, sociales y económicos; y en la localidad III, de planicies volcánicas acolinadas con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, agricultura de temporal anual y fragmentos de agricultura de riego anual, en esta localidad los principales problemas son los tecno-ambientales, sociales e hidro-ambientales. Estas localidades representan el 63.98% de la superficie de la región y en ellos habita el 96.35% de la población.

En las fichas de problemática ambiental para cada paisaje, se describen en términos generales cada uno de los tipos de problemas ambientales, y se asignaron los resultados de las puntuaciones asignadas tanto de la intensidad como de la cantidad de problemas ambientales. Se confeccionó una ficha para cada uno de los 54 polígonos de paisaje (Anexo 1.14), se muestran la siguiente ficha como ejemplo, Tabla 45.

**Tabla 45.** Ficha de la problemática ambiental, paisaje VIII.I.2 (Ejemplo)

FICHA TECNICA PROBLEMATICA AMBIENTAL	
LOCALIDAD FISICOGEOGRAFICA	VIII.I
POLIGONO	VIII.I.2
Características naturales, uso de suelos y ubicación:	
<p>Es un paisaje de planicies fluvio-acumulativas subhorizontales constituidas por depósitos aluviales en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con agricultura de riego anual (67%) y agricultura de riego anual y semipermanente (37%), sobre Solonchak, Fluvisol, Phaeozem, Planosol, Regosol, Yermosol y Xerosol. Ocupa una superficie de 5.59km<sup>2</sup>, lo cual representa el .11% de la región. Dentro de este paisaje se encuentra el municipio de Zamora.</p>	
<b>Problemas ambientales</b>	
Problemas hidro-ambientales:	
<p>Este paisaje forma parte de la cuenca Rio Duero la cual se encuentra sin disponibilidad de agua. Este paisaje contiene algunas corrientes de agua como El convento, Hondo y La ceja su densidad de drenaje es muy baja; se encuentra en el acuífero Zamora el cual tiene poca disponibilidad de agua. Se encuentran en este paisaje 6 pozos de extracción de agua subterránea, 5 de uso agrícola y 1 público urbano, con un volumen de extracción de 1,283,374 m<sup>3</sup> /año.</p>	
Problemas edafo-ambientales:	
<p>Este paisaje presenta un nivel moderado de degradación de suelo, esta degradación es química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica.</p>	
Problemas forestales:	
<p>Este paisaje presenta un nivel muy alto de deforestación.</p>	
Problemas demográficos:	
<p>Dentro de este paisaje se ubica un pequeño fragmento de 1 localidad rural con una población de 1 habitante, su densidad de población (DP) y su grado de urbanización (GU) son muy bajos.</p>	
Problemas sociales:	
<p>Este paisaje refleja un nivel muy bajo de atracción migratoria acumulada (AMA), un índice alto de rezago educativo (RE), una tasa de afiliación a servicios de salud (TASS) media y un índice muy alto de servicios básicos de la vivienda (ISBV).</p>	
Problemas económicos:	
<p>En este paisaje se observa un índice muy alto de suficiencia vial Engel (IE), una tasa media de actividad económica (TAE) y un bajo nivel de población económicamente activa (PEA)</p>	
Problemas tecno-ambientales:	
<p>Su índice de antropización de la cubierta vegetal (IACV) es muy alto. No existe por el momento actividad industrial en este paisaje.</p>	
<b>Intensidad general de los problemas ambientales:</b>	<b>Alta</b>
<b>Cantidad de problemas ambientales:</b>	<b>7</b>

*Fuente:* Elaboración propia en base al cálculo de indicadores.



## 5.5. Áreas de atención prioritaria.

Según el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en materia de ordenamiento ecológico, las áreas de atención prioritaria (AAP) de un territorio, son aquellas donde se presentan conflictos ambientales o que por sus condiciones ambientales requieren de atención inmediata (Bollo et al., 2013)

Se analizaron la categoría del índice de degradación ambiental y la intensidad de los problemas ambientales, por polígono de paisaje para así determinar las áreas de atención prioritaria en la Región. De acuerdo con esto se generaron las siguientes combinaciones (Tabla 46), las cuales permiten establecer 5 categorías de prioridad en la propuesta de atención al medio ambiente, Muy Alta, Alta, Media Baja y No priorizada.

**Tabla 46.** Determinación de prioridades por medio de combinaciones.

Categorías del índice de Degradación Ambiental		Categorías de la intensidad de los problemas ambientales		Según prioridades	
I	Paisajes muy poco degradados	A	Muy baja	Muy Alta	V D, V E
II	Paisajes poco degradados	B	Baja	Alta	IV C, IV D, IV E
III	Paisajes degradados	C	Media	Media	II C, II D, III C, III D, III E
IV	Paisajes muy degradados	D	Alta	Baja	I C, I D, II B
V	Paisajes intensamente degradados	E	Muy alta	No priorizada	IV A, IB

*Fuente:* Elaboración propia

Los resultados generales para la región muestran las siguientes prioridades en áreas que necesitan atención, esto se muestra en la Tabla 47, la información detallada por polígono de paisaje se encuentra en la Tabla 48.

**Tabla 47.** Categorías de las prioridades para determinar áreas de atención prioritaria.

Categoría	Polígonos	Superficie km <sup>2</sup>	%	Población	%
Muy alta	9	2,385.76	49.09	549,665	53.39
Alta	9	360.45	7.42	228,833	22.23
Media	26	813.19	16.73	216,929	21.07
Baja	6	111.71	2.30	522	0.05
No priorizada	3	137.99	2.84	33,601	3.26

*Fuente:* Elaboración propia

Los polígonos de paisaje que se encuentran en la categoría de muy alta prioridad son aquellos que deben considerarse de manera inmediata como áreas de atención prioritaria, pues estos 9 paisajes se encuentran en situaciones ambientales críticas, son paisajes formados por planicies y se ubican asentamientos importantes como Ocotlán, La Barca, Sahuayo, Yurécuaro y Chapala, esta

categoría se extiende en un 49% de la superficie de la región y un 53.39% de su población, Figura 27.

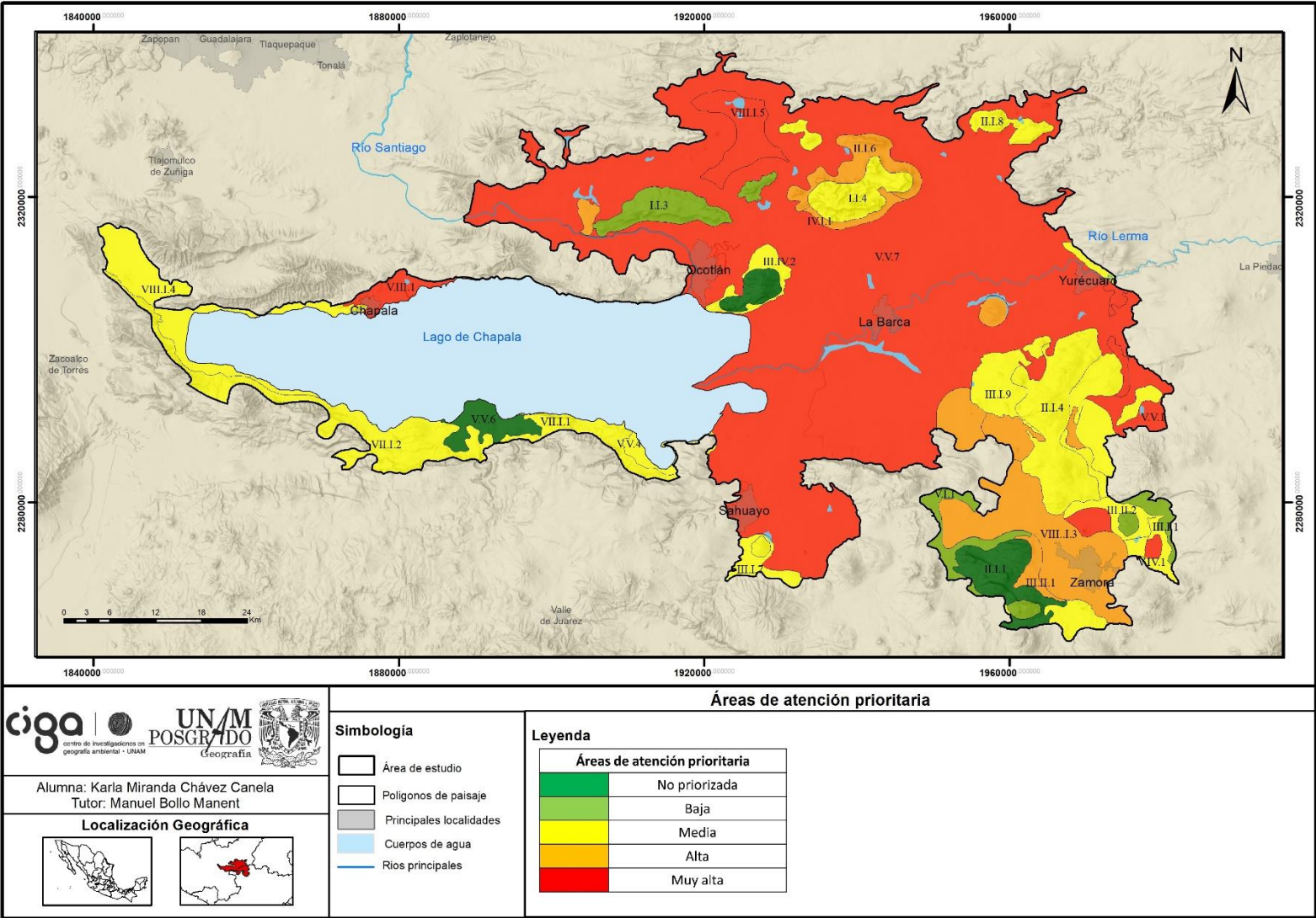
También deben considerarse áreas de atención prioritaria, aquellos paisajes que se encuentran con alta prioridad, aquí se encuentran 9 polígonos que equivalen al 77.42% de la superficie de la región, y en ellos habita un 22.23% de su población, son paisajes de planicies y lomeríos que se encuentran en la zona de Zamora.

La mayor cantidad de polígonos de paisaje (26) se encuentran en la categoría media, que, si bien no se encuentra en situaciones ambientales críticas, debe revisarse la situación de cada uno de estos paisajes para que se puedan preservar o recuperar y así evitar que con el tiempo pasen a ser de prioridad alta, al ser degradados. Esta categoría se encuentra en un 16.73% de la superficie de la región y en ella habita el 21.07% de la población total, se encuentran en la parte sur de la región en asentamientos como Cojumatlán, Tuxcueca, Jacona y Jocotepec.

Por su parte en la categoría de baja prioridad se encuentran 6 polígonos, estos no serán considerados áreas de atención prioritaria, pues actualmente presentan buenas condiciones ambientales, estos son paisajes de montañas y lomeríos y se encuentran dispersos en la parte norte y sur de la región.

Los polígonos de paisaje de atención no priorizada son aquellos que actualmente presentan las mejores condiciones ambientales de toda la región, estos presentan una intensidad baja de degradación y de problemas ambientales, son 3 paisajes formados por montañas, lomeríos y planicies y se encuentran principalmente en Tizapán el alto, Chavinda y Santiago Tangamandapio.

Figura 27: Mapa de áreas de atención prioritaria en la Región f-g.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 48.** Categorías de las prioridades para AAP, por polígonos de paisaje

L F-G	PLG	AREA km <sup>2</sup>	POB	IDA	IPA	CLAVE	PRIORIDAD
I.I	II.1	8.21	0	I	C	I C	Baja
I.I	II.2	25.53	1543	I	B	I B	No priorizada
I.I	II.3	58.23	434	I	C	I C	Baja
I.I	II.4	59.13	495	II	C	II C	Media
II.I	II.1.1	72.32	14520	I	B	I B	No priorizada
II.I	II.1.2	5.01	183	III	C	III C	Media
II.I	II.1.3	6.84	0	I	C	I C	Baja
II.I	II.1.4	146.41	2597	II	C	II C	Media
II.I	II.1.5	9.11	113	IV	C	IV C	Alta
II.I	II.1.6	53.4	4448	II	C	II C	Media
II.I	II.1.7	10.18	7	III	C	III C	Media
II.I	II.1.8	25.82	88	II	B	II B	Baja
III.I	III.1.1	17.74	4719	II	D	II D	Media
III.I	III.1.2	10.43	1212	III	D	III D	Media
III.I	III.1.3	30.92	1182	III	C	III C	Media
III.I	III.1.4	0.55	0	I	D	I D	Media
III.I	III.1.5	24.11	30678	II	D	II D	Baja
III.I	III.1.6	1.51	5820	III	D	III D	Media
III.I	III.1.7	23.88	31309	III	D	III D	Media
III.I	III.1.8	5.4	2857	II	D	II D	Media
III.I	III.1.9	49.01	843	IV	C	IV C	Media
III.I	III.1.10	5.58	1	III	C	III C	Alta
III.II	III.II.1	16.26	8295	II	C	II C	Media
III.II	III.II.2	22.53	2474	IV	D	IV D	Alta
III.III	III.III.1	5.98	638	V	D	V D	Muy alta
III.IV	III.IV.1	8.1	976	II	C	II C	Media
III.IV	III.IV.2	22.42	7722	II	C	II C	Media
III.IV	III.IV.3	7.69	8128	IV	C	IV C	Alta
III.IV	III.IV.4	8.89	893	III	C	III C	Media
III.V	III.V.1	31.49	928	V	E	V E	Muy alta
III.VI	III.VI.1	15.93	4859	III	D	III D	Media
III.VI	III.VI.2	5.91	945	IV	C	IV C	Alta
IV.I	IV.I.1	14.42	1407	IV	C	IV C	Alta
IV.I	IV.I.2	12.06	0	I	C	I C	Baja
V.I	V.I.1	34.24	7953	IV	E	IV E	Alta
V.II	V.II.1	36.53	5843	V	E	V E	Muy alta
V.III	V.III.1	30.88	25911	III	D	III D	Media
V.IV	V.IV.1	14.36	1916	V	D	V D	Muy alta
V.V	V.V.1	42.56	8162	V	E	V E	Muy alta
V.V	V.V.2	0.9	209	III	D	III D	Media
V.V	V.V.3	0.82	1909	III	C	III C	Media
V.V	V.V.4	12.47	5043	III	D	III D	Media
V.V	V.V.5	26.3	5588	IV	D	IV D	Alta
V.V	V.V.6	40.14	17538	IV	A	IV A	No priorizada
V.V	V.V.7	2177.99	527577	V	E	V E	Muy alta
VI.I	VI.I.1	6.91	1487	V	D	V D	Muy alta
VII.I	VII.I.1	44.56	4814	III	D	III D	Media
VII.I	VII.I.2	142.03	5358	II	C	II C	Media
VIII.I	VIII.I.1	11.49	0	III	E	III E	Media
VIII.I	VIII.I.2	5.59	1	V	D	V D	Muy alta
VIII.I	VIII.I.3	191.24	201384	IV	E	IV E	Alta
VIII.I	VIII.I.4	104.74	65432	II	D	II D	Media
VIII.I	VIII.I.5	64.35	3114	V	D	V D	Muy alta
IX.I	IX.I.1	1050.34	0	I	B	I B	No priorizada

Fuente: Elaboración propia

## 5.6. Conclusiones

El desarrollo de esta tesis logró cumplir el objetivo general planteado, se determinaron los principales problemas ambientales y los niveles de degradación ambiental de los paisajes fisicogeográficos (antroponaturales), que conforman la región fisicogeográfica Ocotlán – Valle de Zamora.

Se obtuvo la cartografía de los paisajes antroponaturales del territorio de estudio a escala 1:250 000, para ello se actualizó al año 2022 la cobertura y uso de suelos, el mapa muestra 18 localidades fisicogeográficas y 54 polígonos de paisaje, mismos que fueron las unidades de análisis espacial que sirvieron como base en los estudios de la degradación ambiental.

Se confeccionaron matrices geográficas que contienen las variables e indicadores que permitieron el procesamiento estadístico multivariado para el cálculo del índice sintético de la degradación ambiental de los paisajes, las cuales constituyen una importante información demográfica, físico-geográfica y socioeconómica del territorio estudiado. Se calcularon indicadores que permitieron conocer el estado de las condiciones socioambientales, las condiciones naturales, las modificaciones antropogénicas y la presión demográfica, con un análisis diferenciado por unidades de paisajes y su expresión cartográfica en el territorio. Se presentan en anexos las matrices confeccionadas, Matriz de Datos Originales (MDO), Matriz de Datos Índices (MDI), Matriz de Datos Estandarizados (MDE), Matriz de Datos Categorizados (MDC), y Matriz de Datos Ponderados (MDP).

Se lograron identificar los principales problemas ambientales presentes en la región, de acuerdo a una evaluación cuantitativa de las características y procesos que les originan en las unidades de paisaje, estableciendo el tipo y la intensidad de estos y su cartografía. Se crearon 54 fichas que resumen la problemática ambiental, las que constituyen una importante herramienta para la gestión ambiental en la región, pues en ellas se encuentra descrita de manera sintética la situación de los paisajes de la región; ellas muestran para cada paisaje las características naturales, uso de suelos y ubicación, problemas hidro-ambientales, problemas edafo-ambientales, problemas forestales, problemas demográficos, problemas sociales, problemas económicos, problemas tecno-ambientales, así como la intensidad general de los problemas ambientales y la cantidad de los mismos

Se establecieron, mediante el procedimiento estadístico de los indicadores naturales, antropogénicos, demográficos y socioeconómicos obtenidos el índice de degradación ambiental de

las unidades de paisajes, el cual fue diferenciado en 5 grados o categorías, mismos que fueron expresados cartográficamente. El índice de degradación ambiental muestra resultados importantes y preocupantes; el 57% de la superficie de la región, se encuentra en la categoría de paisajes intensamente o muy degradados y en ellos habita el 77 % de su población, la cual en un futuro podrá disminuir su calidad de vida ya en deterioro.

A partir de estos resultados y con el objetivo de ofrecer información a los tomadores de decisiones en el territorio, se consideró importante la delimitación de áreas de atención prioritaria, para facilitar la gestión ambiental del mismo, considerando que estas puedan ser tomadas en cuenta como parte de los instrumentos de ordenamiento territorial, y sean consideradas como paisajes a los que se le deben diseñar acciones inmediatas para promover su recuperación, y priorizar la gestión de recursos de manera diferenciada.

En términos generales, la presente tesis cumplió sus objetivos de investigación, y aporta a la comunidad científica, instituciones de gobierno, institutos de planeación, o asociaciones interesadas en la preservación del medio ambiente, la información y cartografía necesaria para tomarse en cuenta en futuros programas de ordenamiento territorial, ecológicos, o proyectos que tengan como objetivo la conservación de los paisajes de la región fisicogeográfica, Ocotlán - Valle de Zamora.

## Referencias Bibliográficas

- Agencia Espacial Europea, ESA (2021), Imagen Sentinel 2, T13QFC\_20210726T171859\_TCI\_10m y T13QGC\_20210723T170849\_TCI\_10m. Imágenes con fecha de 23 y 26 de Julio de 2021.
- Bertani, L. A. (2011). Evaluación geoecológica de los paisajes del Departamento Minas (provincia de Neuquén), para el estudio de la degradación de la tierra. Tesis de Doctorado dirigida por Salinas Chávez, E. Universidad Nacional de La Plata. Recuperada de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/3209>
- Bocco, G. (2009) Geografía y Ciencias ambientales: ¿campos disciplinarios conexos o redundancia epistémica? *Investigación ambiental II*, (2): 25-31.
- Bocco, G., Mendoza, M., Priego, A. y Burgos, A. (2010). La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. Una revisión de la bibliografía. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental.
- Bollo Manent, M, Hernández Santana, J.R., & Méndez Linares, A.P. (2013). Areas de Atención Prioritaria en México: una óptica medioambiental. *Journal of Latin American Geography* 12(2), 63-84. doi:10.1353/lag.2013.0014.
- Bollo Manent, M. (2018). La geografía del paisaje y la geoecología: Teoría y enfoques. En *El Paisaje: métodos de análisis y reflexiones*. Checa-Artasu M y Sunyer Martin, P. Universidad Autónoma Metropolitana. UAM. México.
- Bollo Manent, M., Cuevas García, G., Ramírez L. G., (2022), La cobertura vegetal natural en la cuenca del río Santiago- Guadalajara, Jalisco, México, en *Caracterización de paisajes en el occidente de México*. Anaya Corona, M y Cruz Solís, H. Universidad de Guadalajara.
- Bollo Manent, M., Hernández Santana, J.R., Priego Santander, A., Zaragoza Álvarez, R.A., Ortiz Rivera, A., Espinoza Maya, A., Ruiz López, R. (2015) Una propuesta de Regionalización fisicogeográfica de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bollo Manent, M.; Espinoza Maya, A.; Hernández Cendejas, G. y Hernández Santana, J. R. (2019). Las regiones fisicogeográficas de Michoacán de Ocampo. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bollo Manent, M.; Martínez Serrano, A.; Martín Morales, G. (2021). Los paisajes antropogénicos del municipio Morelia. Michoacán de Ocampo. México. Cuadernos Geográficos. Colombia (en prensa)
- Brown, D., S. Boyd, D., Brickell, K., D. Ives, C., Natarajan, N., & Parsons, L. (2021). Modern slavery, environmental degradation and climate change: Fisheries, field, forests and factories. *Environment & Planning E: Nature & Space*, 4(2), 191–207. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1177/2514848619887156>
- Centro Regional para el Hemisferio Occidental. (2020). Convención Ramsar, Centro Regional Ramsar para la Capacitación e Investigación sobre Humedales para Hemisferio Occidental. Recuperado de: <https://creho.org/convencion-ramsar/#:~:text=LA%20MISI%C3%93N%20DE%20RAMSAR,SOSTENIBLE%20EN%20TODO%20EL%20MUNDO%E2%80%9D>.

- Chendev, Y., Petin, A., Serikova, E., & Kramchaninov, N. (2008). Degradation of geosystems in the Belgorod region as a result of the economic activities. *Geography and Natural Resources*, 29(4), 348–353. <https://doi.org/10.1016/J.GNR.2008.10.010>
- Choudhary, M., Chauhan, G., y Kushwah, Y., (2015). Environmental Degradation: Causes, Impacts and Mitigation. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Dr-Mahendra-Choudhary/publication/279201881\\_Environmental\\_Degradation\\_Causes\\_Impacts\\_and\\_Mitigation/links/559668ee08ae5d8f39313b72/Environmental-Degradation-Causes-Impacts-and-Mitigation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dr-Mahendra-Choudhary/publication/279201881_Environmental_Degradation_Causes_Impacts_and_Mitigation/links/559668ee08ae5d8f39313b72/Environmental-Degradation-Causes-Impacts-and-Mitigation.pdf)
- Comisión Estatal del Agua Jalisco, “Lago de Chapala”, Consultado en 2021 en: <https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/chapala/>
- Comisión Nacional del Agua, (2019). Distritos y unidades de riego Nacional 2018-2019. Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola. Consultado en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=distritosriego>
- Comisión Nacional del Agua, (2020). Acuíferos. Portal de Sistemas de Información del Agua. CONAGUA. Subdirección general técnica. Consultado en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuiferos&ver=mapa>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2021), Biodiversidad Mexicana, Ecosistemas, Ecosistemas de México, Selvas secas. Consultado en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca>
- CONAGUA (2015) Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía en la cuenca Lerma – Chapala, Informe Final, Comisión Nacional del Agua, Organismo de cuenca Lerma-Santiago Pacífico. Convenio de colaboración: CNA-SGT-GIABA-36/2013. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99935/PMPMS\\_CC\\_Lerma-Chapala\\_Parte\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99935/PMPMS_CC_Lerma-Chapala_Parte_1.pdf)
- Crespo, S., Luci, Seefoó, J. Luis, Hernández, M.A., Rodríguez, Jesús, (2020) Estudio de agricultura protegida en el valle de Zamora-Jacona. Observatorio de Agricultura y del Medio Ambiente del Occidente de México. Consultado en: <https://www.colmich.edu.mx/observatorios/agricultura/index.php/proyectos/estudio-de-agricultura-prottegida-en-el-valle-de-zamora-jacona>
- Dávila Moreno, M. E. N., (2013). Problemáticas ambientales en la Ciénega de Chapala: pasado y presente. *DELOS Revista Desarrollo Local Sostenible*. Grupo Eumed.net / Universidad de Málaga y Red Académica Iberoamericana Local Global. Recuperado de: <https://www.eumed.net/rev/delos/18/cienega-chapala.html>
- Delgado Peña, J. J., Ruiz J. D., Navarro Jurado, E., Cortes Macias, R., Remond Noa, R., Salinas Chávez, E., Fernández Lorenzo, J. M., y Acevedo Rodríguez P., (2011). La degradación ambiental de los paisajes en las cuencas tributarias de la ensenada de Sibarimar (guanabo e itabo, cuba). *Cuadernos Geográficos*, núm. 48, 2011, pp. 161-188 Universidad de Granada Granada, España. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17121091006>
- Espinoza Maya, A., Bollo Manent, M. (2015). La tipología de los paisajes antroponaturales como base para el ordenamiento ecológico territorial a diferentes escalas. *Perspectivas del*



- ordenamiento territorial ecológico en América y Europa. Arlequín editorial, Guadalajara México.
- Espinoza Maya, A., Bollo Manent, M. (2017) La cartografía de las unidades inferiores de la regionalización físico-geográfica (RFG) de Michoacán. Terra digitalis, international e-journal of maps Vol. 1 Issue 1. DOI: 10.22201/igg.terradigitalis.2017.1.4.69
- García Ruiz, J. M., Arnáez, J., Sanjuán, Y., López Moreno, J. I., Nadal-Romero, E., & Beguería, S. (2021). Landscape changes and land degradation in the subalpine belt of the Central Spanish Pyrenees. *Journal of Arid Environments*, 186. Recuperado de: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.jaridenv.2020.104396>
- Golubev, G.N. La Geoecología y los cambios globales. (en ruso)., *Revista de la universidad Estatal de Moscú*, Serie Geografía, 1998, No. 4, pp. 61 - 70.
- Gress Carrasco, F. (2015), Evaluación de la degradación de los paisajes del suelo de conservación del Distrito Federal, Tesis de Maestría dirigida por Bollo Manent, M., Universidad Nacional Autónoma de México Posgrado en Geografía, Centro de investigaciones en geografía ambiental Facultad de Filosofía y Letras Instituto de Geografía. Morelia Mich.
- Gutiérrez Najera, R., Barba Calvillo, G., Del Toro Gaytan, M.R., (2008). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2006-2008. Recuperado de: <https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/fichalagodechapala.pdf>
- Haggett, P. (1977). *Análisis Locacional en Geografía Humana*. Barcelona: Gustavo Gili, XVI, 434 p. ISBN : 84-252-0876-9
- Helbig, Karl, (2003.). El Lago de Chapala en México y su desecamiento. *Boletín del archivo histórico del agua*. V8 N24 may-ago P27-47. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila/Boletindelarchivohistoricodelagua/2003/vol8/no24/5.pdf>
- Hussain, M., Mahmood, N., Fuzhong C., Khan, Z., & Usman, M. (2021). Comparative Re-Estimation of Environmental Degradation and Population Density in China: Evidence from the Maki's Regime Shift Approach. *Revista de Economía Mundial*, 58, 2021, 29–50. Recuperado de: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.33776/rem.v0i57.3837>
- IAUSA, (s.f) Michoacán da a México Tercer lugar mundial en producción de berries. en *Agricultura, Fertilizantes, Noticias, Tecnología, Uncategorized, Industrias Agrícolas Unidas*. Consultada en: <https://iausa.com.mx/michoacan-da-a-mexico-tercer-lugar-mundial-en-produccion-de-berries/>
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011a) *Inventario Nacional de Fenómenos Geológicos Escala 1:250 000*. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/#Descargas>
- Informador.mx, (2009). Residuos afectan paisaje agavero. Una de las industrias más representativas del país, la tequilera, enfrenta el problema de que sus aguas contaminadas amenazan el equilibrio ecológico. 28 de octubre de 2009. Consultado en: <https://www.informador.mx/Jalisco/Residuos-afectan-paisaje-agavero-20091028-0261.html>
- Informador.mx, (2019). Jalisco dirige expansión de berries al Norte. El objetivo es que la producción de este fruto pueda crecer sin generar daños al medio ambiente. *Diario independiente El informador*, 20 de abril de 2019. Consultado en:

<https://www.informador.mx/Jalisco-dirige-expansion-de-berries-al-Norte-1201904200001.html>

- Instituto de Información Estadística y Geográfica (2021) El Tequila, su paisaje y su valor económico. Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco. Revista digital del Instituto de Información Estadística y Geográfica. 23 de Julio 2021. Consultado en: <https://iieg.gob.mx/strategos/el-tequila-su-paisaje-y-su-valor-economico/#:~:text=El%20Paisaje%20Agavero%20y%20las,el%20patrimonio%20cultural%20material%20e>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, y Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009) Estrategia general para el rescate ambiental y sustentabilidad de la cuenca Lerma-Chapala (Informe Final). Recuperado de: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/EGRASCLCH.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2007) Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional Guadalajara y Colima). Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#Mapa>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020b) Red Nacional de Caminos 2020, recuperado de: <http://rnc.imt.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2022). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUÉ, recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2020a), Censo de población y vivienda 2020, recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1988). Rocas, Geología 1978-1988, Mapa Digital de México, V6, Consultado en Noviembre de 2021. Recuperado de: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF00jIwLjE4NjE4LGxvbjotMTAyLjk1NTcwLHo6NixsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8YzQxMw==>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010) Red hidrográfica edición 2.0. Cuencas: R. Lerma – Chapala, R. Santiago Guadalajara y Subcuenca Chapala, Región H. Lerma – Santiago. Datos Vectoriales 1:50 000. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/#Descargas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011b) Conjunto de datos vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Fallas fracturas. Escala 1:1 000 000. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/#Descargas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016), Uso de suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI Continuo Nacional. INEGI
- Intagri. (sf). Producción Forzada de Berries. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/produccion-forzada-de-berries>
- Isachenko, A. G. (1973). Principles of Landscape Science and Physical Geographic Regionalization, University Press, Melbourne.
- Isachenko, A. G. (1991). Ландшафтная география и физико-географическое районирование, Высшее образование, г. Москва (La Geografía del Paisaje y la Regionalización Físico Geográfica, Educación Superior, Moscú), Traducción del ruso por Manuel Bollo.

- Kasimov, N. S. La Geografía en la Universidad Estatal de Moscú: movimientos conceptuales y estructurales en los umbrales del Siglo XXI., Revista de la Universidad Estatal de Moscú, Serie Geografía, 1998, No. 4, pp. 5 – 11 Traducción del ruso por Manuel Bollo.
- Kertész, A. & Křeček, J. (2019). Landscape degradation in the world and in Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*, 68 (3), 201–221. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.15201/hungeobull.68.3.1>
- Kidner, D. W. (2021). Anthropocene Subjectivity and Environmental Degradation. *Ethics & the Environment* Volume 26, Number 1, Spring 2021 Indiana University Press. Recuperado de: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.2979/ethicsenviro.26.1.03>
- Lamsa, (2016). Oportunidades en la producción de berries. Laguna Agrícola Mecánica, S.A. de C.V. Consultado en: <https://www.lamsa.com.mx/index.php/node/1439>
- Localizador de Aguas Nacionales, Zonas Federales, Descargas Residuales y Extracción de Materiales, LOCREPDA, (2019), consultado en 2022, recuperado de: <https://sigagis.conagua.gob.mx/locrepda20/>
- Mateo Rodríguez, J. M., Vicente Da Silva, E., Figueiro, A. S., (2019). La geología de los paisajes como base teórico -metodológica para incorporar la dimensión tecnológica a la temática ambiental. *Desenvolv. Meio Ambiente*, v. 51, Seção especial: Técnica e Ambiente, p. 84-103, agosto 2019.
- Mateo Rodríguez, J. M., Vicente da Silva, E., y Brito Cavalcanti, A. P., (2017). Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Editora Universidade Federal do Ceará – UFC. Brasil.
- Mateo Rodríguez, J. M., y Bollo Manent, M., (2016). La región como categoría geográfica. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Recuperado de: [https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook\\_file/laregioncomocategoriageografica.pdf](https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/laregioncomocategoriageografica.pdf)
- Mateo Rodríguez, J. M., y Ortiz Pérez, M. A., (2001). La degradación de los paisajes como concepción teórica metodológica. Instituto de Geografía, UNAM.
- Mateo Rodríguez, J.M. (2002). Geografía de los Paisajes. Primera Parte. Paisajes Naturales. Ministerio de Educación Superior. Universidad de la Habana. Facultad de Geografía. La Habana 2002.
- Mathews Fernández, J., (2008). Evaluación de la modificación edafo-biógena de los paisajes de la Región Sierra-Costa de Michoacán, México. Tesis de maestría, dirigida por Priego Santander, A. G., Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México.
- MILKOV, F.N. El hombre y el Paisaje. Sobre la Geografía de los paisajes antropogénicos. Moscú: Ed. Smuisl, 1973. 224 p. (Traducido del ruso por Manuel Bollo).
- Miravet Sánchez, B. L., García Rivero, A. E., Salinas Chávez, E., Cruañas López, E., Remond Noa, R., (2014). Diagnóstico Geoecológico de los paisajes de la cuenca hidrográfica Ariguanabo, Artemisa, Cuba. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, enero-junio, 2014, Vol.15, No.1, pp.53-66.
- NIKOLAEV, B.A. Geografía del Paisaje. Moscú : Ed. Isdatelbo - UEM, 2000. 94 p.

- Orimoloye, I. R., & Ololade, O. O. (2021). Global trends assessment of environmental health degradation studies from 1990 to 2018. *Environment, Development & Sustainability*, 23(3), 3251–3264. Recuperado de: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/s10668-020-00716-y>
- Ortiz, A. (2016) La regionalización Fisicogeográfica y la degradación de los paisajes en el estado de Guerrero, México. Tesis de doctorado, dirigida por: Bollo Manent, M. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Palacio Prieto, J. L., Sánchez Salazar, M.T., Casado Izquierdo, J.M., Propin Frejomil, E., Delgado Campos, J., Velázquez Montes, A., Chias Becerril, L., Ortiz Álvarez, M.I., González Sánchez, J., Negrete Fernández, G., Gabriel Morales, J., y Márquez Huitzil, R., (2004) Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Secretaría de Desarrollo Social.
- Paleta Pérez, G., Aguilar Ortega, T. (2012). Reorganización territorial y producción de agave tequilero en la Ciénega de Michoacán. *Revista Equilibrio Económico* Vol. 8 No. 2. Recuperado de: [https://issuu.com/alejandro\\_garcia/docs/revista\\_equilibrio\\_econ\\_mico\\_vol.\\_\\_8\\_no.\\_2](https://issuu.com/alejandro_garcia/docs/revista_equilibrio_econ_mico_vol.__8_no._2)
- Pedroza Gutiérrez, C. y Catalán Romero, J. M., (2017). Evolución histórica y ambiental en los procesos de transformación del lago Chapala. *Ambiente y Desarrollo*, Bogotá (Colombia) Vol. XXI (40) 09-25, enero-junio 2017, ISSN: 0121-7607 Recuperado de: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.ehap> doi:10.11144/Javeriana.ayd21-40.ehap
- Ramírez Sánchez L.G., Priego Santander, Ángel G., Bollo Manent, Manuel. (2012) Mapa de Paisajes fisicogeográficos del estado de Michoacán. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM. Marco atípico, edición digital, escala 1:250 000. Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Michoacán. Recuperado de: <https://publicaciones.ciga.unam.mx/index.php/ec/catalog/book/37>
- Reporte Indigo, (2020). La huella ambiental de la industria tequilera, Luis Herrera, 10 de abril de 2020. Consultado en: <https://www.reporteindigo.com/reporte/la-huella-ambiental-del-industria-tequilera-jalisco/>
- Reporte Indigo, (2021a) La amenaza de las vinazas de la industria tequilera para el agua de Jalisco. Luis Herrera, 24 de agosto de 2021. Consultado en: <https://www.reporteindigo.com/reporte/la-amenaza-de-las-vinazas-de-la-industria-tequilera-para-el-agua-de-jalisco/>
- Reporte Indigo, (2021b) TEQUILA Compromiso con la sustentabilidad de la industria tequilera, Indigo Staff, 17 de septiembre de 2021. Consultado en: <https://www.reporteindigo.com/reporte/compromiso-con-la-sustentabilidad-de-la-industria-tequilera/>
- Romero Martínez, Ángel O. (2021). La expansión del agave en Guanajuato. La denominación de origen que amenaza a los ecosistemas. In: *Innovación, turismo y perspectiva de género en el desarrollo regional*. (Vol. V). Recuperado de: <http://ru.iiec.unam.mx/5632/1/186-Romero.pdf>

- Romero, H.; López, C. y Sandoval, G., (2009a). Degradación Ambiental de Paisajes Naturales y Expansión Urbana de Viña del Mar. III Coloquio Chile, del País Urbano al País Metropolitano, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 4 de diciembre de 2009. Recuperado de: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/118158/DegradacionAmbiental.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, M., C. Morera, D. Alfaro, R. Marín & O. Barrantes. (2009b). Degradación del paisaje natural en territorios urbanos, medido a través de métricas del paisaje. Universidad Nacional: Heredia. Observatorio Ambiental, Indicadores ambientales, Calidad del aire. Recuperado de: <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/7466/degradaci%c3%b3n%20del%20paisaje.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rzedowski, J., (2006). Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Recuperado de: [https://www.academia.edu/9142430/VEGETACION\\_DE\\_MEXICO\\_Jerzy\\_Rzedowski](https://www.academia.edu/9142430/VEGETACION_DE_MEXICO_Jerzy_Rzedowski)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002. Cap. 3 Suelos. Recuperado de: [https://paot.org.mx/centro/insemarnat/informe02/estadisticas\\_2000/informe\\_2000/indice.htm](https://paot.org.mx/centro/insemarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/indice.htm)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Colegio de Postgraduados. (2003) Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/307967321\\_SEMARNAT-CP\\_2003\\_Memoria\\_Nacional\\_2001-2002\\_Evaluacion\\_de\\_la\\_Degradacion\\_del\\_Suelo\\_causada\\_por\\_el\\_Hombre\\_en\\_la\\_Republica\\_Mexicana\\_escala\\_1250000\\_Memoria\\_Nacional/link/57d4315908ae0c0081e6f7e8/download](https://www.researchgate.net/publication/307967321_SEMARNAT-CP_2003_Memoria_Nacional_2001-2002_Evaluacion_de_la_Degradacion_del_Suelo_causada_por_el_Hombre_en_la_Republica_Mexicana_escala_1250000_Memoria_Nacional/link/57d4315908ae0c0081e6f7e8/download)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección de Geomática, (2012). 'Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000.', escala: 1:250000. México, Distrito Federal. Recuperado de: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/degra250kgw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html\\_xsl\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/degra250kgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html_xsl_indent=no)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, (2016) Programa de manejo integral de la cuenca del Río Santiago – Guadalajara. UNAM, Campus Morelia, Michoacán. Recuperado de: <https://riosantiago.jalisco.gob.mx/sites/default/files/recursos/ProgramaManejoIntegralSantiagoGuadalajara.pdf>
- Shishenko, P.G. (1988). Estabilidad de los paisajes a las cargas económicas. Geografía Física Aplicada. Editorial de la escuela superior, Kiev, Ucrania.
- Shrinkhal, R. (2019). Economics, Technology, and Environmental Protection: A Critical Analysis of Phytomanagement Phytomanagement of polluted sites, Centre for Tribal and Customary Law, Central University of Jharkhand, Ranchi, India Cap. 22, pp.569-580.

- Stanturf J. A. (2021) Landscape degradation and restoration, Chapter 5, Soils and Landscape Restoration, Academic Press. Pages 125-159, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813193-0.00005-9>
- Thiébaud, V. (2011). Paisajes rurales y cultivos de exportación. Valle de Los Reyes, Michoacán. Trayectorias, vol. 13, núm. 32, enero-junio, 2011, pp. 52-70, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/607/60722782003.pdf>
- Timashev, I. E.(1999), Diccionario de Referencias en Geoecología ruso – inglés; Editorial Gai – Muravei, 1999, 167 pgs. (Traducido del ruso por Manuel Bollo).
- Vargas Mendoza, F. Estado ambiental de la Región Bajío, Michoacán en el periodo, 1990, 2000, 2010. Tesis de maestría dirigida por Bollo Manent, M. y Gabriela Cuevas G., Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México.
- VASS, H., Mănescu, C., Sicoe Murg, O., Mateoc, T., & Mateoc Sîrb, N. (2021). Study on Climate Change Issue and Environmental Degradation in Romania. Agricultural Management / Lucrari Stiintifice Seria I, Management Agricol, SERIA I, VOL.XXIII (2). Recuperado de: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=58262847-6267-40e6-a680-5ab5c5d490cf%40redis>
- Velasco Méndez, W. E., (2014). Evaluación del estado ambiental de Michoacán a partir de la tipología fisicogeográfica regional. Tesis de maestría dirigida por Bollo Manent, M., Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Yuan, J., & Cohen, M. J. (2020). Remote detection of ecosystem degradation in the Everglades ridge-slough landscape. Remote Sensing of Environment, 247. (2020) 111917, Recuperado de: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.rse.2020.111917>