



---

Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Planeación Urbana y Regional

---



Identificación de la cobertura vegetal en las Áreas Naturales Protegidas de  
competencia federal del Estado de México

## **TESIS**

Que para obtener el título de:

**LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Presenta:

José Luis Domínguez Aguirre

Director de Tesis

M. en C. Irma Guadalupe Salazar Cerda

Toluca de Lerdo, Estado de México; junio de 2017

## Índice

Introducción .....	7
Antecedentes .....	11
Ámbito Internacional .....	11
Ámbito Nacional.....	12
Ámbito Estatal .....	13
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos .....	15
Metodología .....	17
Capítulo 1 Marco teórico conceptual .....	20
1.1 Biología de la conservación.....	21
1.2 Biogeografía.....	22
1.3 Ecología.....	22
1.4 Paisaje.....	24
1.4.1. Estructura del paisaje.....	25
1.5 Ecología del paisaje .....	26
1.6 Características del paisaje.....	29
1.6.1 Heterogeneidad .....	29
1.6.2 Conectividad .....	29
1.7 Fragmentación del paisaje.....	30
1.7.1 Proceso de fragmentación.....	31
1.8 Características condicionantes de fragmentación .....	31
1.8.1 Forma de fragmentos .....	32
1.8.2 Efecto borde.....	32
1.8.3 Presencia de corredores .....	33
1.9 Estados de alteración del paisaje .....	34
1.9.1 Destrucción del hábitat y estados del paisaje .....	35
1.9.2 Marcos de referencia modificación del paisaje.....	36

1.10 Las Áreas Naturales Protegidas .....	41
1.10.1 Antecedentes históricos .....	42
1.10.2 Categorías de Áreas Naturales Protegidas .....	45
1.10.3 Ámbito Internacional.....	45
1.10.4 Ámbito Nacional.....	47
1.10.5 Ámbito Estatal.....	49
1.10.6 Importancia de las Áreas Naturales Protegidas .....	51
1.11 Marco Jurídico.....	53
1.11.1 Ley General De Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente .....	53
1.11.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas .....	57
1.11.3 Código de la Biodiversidad del Estado de México .....	59
Capítulo 2 Caracterización de zona de estudio.....	66
2.1 Localización geográfica.....	67
2.2 Hipsometría .....	67
2.3 Edafología .....	68
2.4 Usos de suelo .....	70
2.5 Medio Natural .....	70
2.6 Vegetación.....	71
2.7 Tenencia de la tierra .....	76
Capítulo 3.- Resultados.....	77
3.1. Análisis de cobertura vegetal en Áreas Naturales Protegidas de competencia federal. ....	83
3.2. Análisis de cobertura vegetal en Parques Nacionales .....	87
3.2.1. Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl.....	88
3.2.2. Parque Nacional Lagunas de Zempoala .....	89
3.2.3. Parque Nacional Sacromonte.....	90
3.2.4. Parque Nacional Molino de Flores.....	92
3.2.5. Parque Nacional Desierto del Carmen o Nixcongo .....	93
3.2.6. Parque Nacional Zoquiapan y Anexas.....	95
3.2.7. Parque Nacional Bosencheve .....	96
3.2.8. Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla .....	98

3.2.9. Parque Nacional Los Remedios .....	99
3.3. Análisis de cobertura vegetal en Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) .....	100
3.3.1 Área de Protección de Recursos Naturales denominada zona protectora forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec (APRN) .....	101
3.4. Análisis de cobertura vegetal en Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFyF).....	103
3.4.1. Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas de Lerma .....	104
3.4.2. Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca .....	105
3.5. Análisis de cobertura vegetal en Reserva de la Biosfera.....	108
3.5.1 Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca .....	109
Capítulo 4 Conclusiones y Recomendaciones .....	111
Referencias bibliográficas .....	117
Anexos .....	125

### **Índice de mapas**

Mapa 1.- Tipos de suelo, Estado de México .....	69
Mapa 2.- Vegetación y uso de suelo, Estado de México .....	75
Mapa 3.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl .....	126
Mapa 4.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Lagunas de Zempoala .....	127
Mapa 5.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Sacromonte .....	128
Mapa 6.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Molino de Flores .....	129
Mapa 7.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Desierto del Carmen .....	130
Mapa 8.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Zoquiapan y Anexas .....	131
Mapa 9.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Bosencheve.....	132
Mapa 10.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Miguel Hidalgo y Costilla “La Marquesa” .....	133
Mapa 11.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Los Remedios.....	134
Mapa 12.- Cobertura Vegetal en Área de Protección de Recursos Naturales denominada Zona Protectora Forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec .....	135
Mapa 13.- Cobertura Vegetal en Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas de Lerma .....	136

Mapa 14.- Cobertura Vegetal en Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca.....	137
Mapa 15.- Cobertura Vegetal en Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.....	138
Mapa 16.- Cobertura Vegetal en Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.....	139

### Índice de gráficas

Gráfica 1.- Cobertura vegetal en Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal.....	84
Gráfica 2.- Cobertura vegetal en Parques Nacionales .....	87
Gráfica 3.- Cobertura vegetal en Áreas de Protección de Recursos Naturales.....	100
Gráfica 4.- Cobertura vegetal en Áreas de Protección de Flora y Fauna .....	103
Gráfica 5.- Cobertura vegetal en Reserva de la Biosfera .....	108

### Índice de tablas

Tabla 1.- Estados de alteración del paisaje definidos por el grado de destrucción de hábitat .....	40
Tabla 2.- Categorías de ANP, UICN.....	45
Tabla 3.- Categorías de Áreas Naturales Protegidas, CEPANAF.....	49
Tabla 4.- Artículos de LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.....	55
Tabla 5.- Artículos del reglamento LGEPPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.....	58
Tabla 6.- Código para la biodiversidad del Estado de México en materia de Áreas Naturales Protegidas .....	60
Tabla 7.- Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal.....	78
Tabla 8.- Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal, Parques Estatales .....	79
Tabla 9.- Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal, Santuarios del Agua .....	80
Tabla 10.- Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal, Reserva Ecológica Estatal.....	81
Tabla 11.- Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal, Parques municipales .....	82
Tabla 12.- Estados de modificación del paisaje .....	84
Tabla 13.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl .....	88
Tabla 14.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Lagunas de Zempoala .....	90
Tabla 15.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Sacromonte.....	91
Tabla 16.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Molino de Flores.....	92
Tabla 17.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Desierto del Carmen.....	94
Tabla 18.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Zoquiapan y Anexas .....	95
Tabla 19.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Bosencheve .....	96

Tabla 20.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla “La Marquesa” .....	98
Tabla 21.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Los Remedios .....	99
Tabla 22.- Análisis de cobertura vegetal en Área de Protección de Recursos Naturales denominada zona protectora forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los rios valle de Bravo, Malacatepec y Temascaltepec. ....	102
Tabla 23.- Análisis de cobertura vegetal en Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas de Lerma .....	105
Tabla 24.- Análisis de cobertura vegetal en Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca .....	107
Tabla 25.- Análisis de cobertura vegetal en Reserva de la Biosfera .....	110

## Introducción

Se calcula que, hasta el momento, México ha perdido alrededor de 95% de sus bosques tropicales y más de la mitad de sus bosques templados. Las causas de esta pérdida han variado históricamente, sin embargo, es posible afirmar que la causa principal de pérdida de biodiversidad ha sido la deforestación con diversos fines (ganadero, agrícola, industrial, etc.), es decir, la destrucción y la fragmentación de hábitat (Ceballos y otros, 2009).

El presente trabajo nace de la preocupación del actual derroche de energía por parte de los seres humanos, aunado a esto, la actual demanda de recursos, trae graves consecuencias en la disponibilidad de estos mismos. Los bosques como parte de un sistema, tienen su importancia en el desarrollo de la vida misma, su uso como medio extractor de energía ha permitido que la humanidad obtenga sustento por miles de años, consiguiendo así; comida, hogar, cobijo y combustibles, que han permitido su desarrollo.

Las actuales prácticas de consumo del ser humano han tenido diversos impactos en el mantenimiento de los recursos naturales, la agricultura como base para el desarrollo, tiene grandes implicaciones en la calidad de vida del ser humano, pero a que costo, un derroche desmesurado de energía origina irremediamente un consumo de recursos a gran escala, devastando ecosistemas a su paso y poniendo en riesgo el propio futuro de la humanidad. El hilo conductor del desarrollo humano es la extracción y utilización de los recursos naturales, especialmente los bosques ya sea como alimento, combustibles o material para construcción, la destrucción de los bosques ha sido testigo de cómo ha evolucionado el hombre al paso de su avance tecnológico.

El Estado de México representa el 1.1 % de la superficie total del país, cuenta con una extensión territorial de 22,48,767 kilómetros cuadrados de la cual 10,878 corresponden a superficie forestal que equivalen al 48% del territorio estatal, constituido en su mayoría, por bosques, cuyas especies más comunes son el pino, el oyamel y el encino (GEM, 2015).

Las principales problemáticas por las cuales existe una disminución notable en los bosques del estado de México recaen mayoritariamente en el uso inadecuado de las tierras: pastoreo, agricultura intensiva y deforestación.

La deforestación es una de las principales amenazas que enfrentan los ecosistemas, ésta provoca la fragmentación de hábitats o incluso su eliminación total, lo que conduce a la pérdida de especies y de variación genética, al deterioro general de los suelos, así como al detrimento de fuentes importantes de recursos

básicos (como leña y de otros productos forestales) para los habitantes de comunidades rurales (Ochoa, 2000).

Hablando en términos más ecológicos, y de acuerdo con Meffe y otros, (1997) la alteración de hábitats por la actividad humana es la mayor amenaza a la riqueza de la vida en la tierra. La forma más visible de la alteración del hábitat es la eliminación directa del hábitat (deforestación).

En ecosistemas terrestres, la acción de colonizar un paisaje o comenzar a extraer sus recursos, conlleva a una fragmentación de hábitat. Dicho así la fragmentación típicamente comienza con la formación de claros o perforación de la matriz vegetal. Mientras el claro se expande o se hace más numeroso, el proceso de fragmentación implica modificaciones substanciales, al modificarse la matriz (el tipo de hábitat más común) el paisaje implícitamente se ve afectado y la conectividad de la vegetación original se torna rota.

Asimismo, un paisaje fragmentado puede alterar los flujos de materia y energía entre los distintos niveles de organización, sin embargo, el paisaje tiende a organizarse de manera que permite que los procesos ecológicos entre las distintas comunidades no presenten desequilibrios. El nivel de daño presente en el paisaje va a depender de factores como; el avance de la frontera agrícola, crecimiento de la población e inclusive fenómenos naturales potenciados por la actividad humana.

La estructura del paisaje está en función a la cantidad de superficie vegetal, por lo tanto, es fundamental la existencia amplias zonas boscosas para mantenerse en equilibrio, en donde la matriz de este, se encuentre lo menos posible alterada. El paisaje compuesto por una variada diversidad biológica y esto incluye diversos ecosistemas, sus afectaciones e inevitable modificación evidencian el impacto de las actividades antropogénicas, utilizando los bosques como principal fuente para satisfacción de necesidades y por consiguiente fragmentando el hábitat.

La conectividad del paisaje es un término más general que integra los conceptos de corredor y de barrera, e indica cómo responden los flujos ecológicos a la estructura del paisaje (Noss, 1993, citado en Múgica y otros, 2002).

Visto desde esta perspectiva, la conectividad presente dentro de distintos paisajes, juega un papel muy importante en la conservación de recursos naturales, ya que mantiene en equilibrio el conjunto de especies que habitan en distintos ecosistemas.

Sin embargo, la funcionalidad y existencia de la conectividad, está en función en la presencia de corredores, una diferencia entre conectividad y corredor puede referirse para corredor: como el medio facilitador donde existen flujos de materia y

energía, mientras que conectividad es la acción que facilita la movilidad de distintas especies de flora y fauna entre fragmentos distantes entre sí.

De este modo se resalta la importancia que tiene la conectividad del paisaje en pro de la conservación de recursos naturales, por ello es de gran importancia encaminar herramientas que coadyuven en mantener la integridad del paisaje, una de ellas son las Áreas Naturales Protegidas (ANPs).

Las Áreas Naturales Protegidas son concebidas como una estrategia que busca la protección, administración sustentable de los recursos naturales. Sin embargo, estas no están exentas a posibles perturbaciones De acuerdo con CONANP, (2007) La fragmentación del hábitat, insularización de poblaciones y reducción de la permeabilidad de los ecosistemas a los flujos de individuos, es uno de los mayores riesgos para la conservación de las Áreas Protegidas y especies en riesgo en el largo plazo. Se requiere que en el diseño de los sistemas de conservación se asegure la integración de diversos usos de la tierra en paisajes de conservación.

Asimismo, no siempre se cumplen los objetivos planteados para atender las necesidades que se puedan presentar, ya que el consumo de recursos está en función de las necesidades de la población, sino existen políticas que conjunten la protección de recursos y las actividades productivas, inevitablemente las Áreas Naturales Protegidas fracasaran en sus objetivos de creación.

Es por eso que, en la planeación y formulación de programas de manejo debe de establecerse las bases teóricas, así como medidas necesarias que incluyan la conectividad del paisaje como parte fundamental en el mantenimiento y conservación de recursos forestales dentro de las áreas protegidas.

De acuerdo con INECC, (2007). Existe dentro de las áreas naturales protegidas ciertos casos en los cuales, por razones administrativas se ha llegado a la necesidad de replantear objetivos, categorías, así como superficies con las que originalmente fueron establecidas, esto con el fin de modificar los decretos de aquellas áreas que fallan en sus objetivos de creación para adecuarse así a las necesidades actuales y brinde un soporte jurídico apropiado para su mejor administración.

Debido a esto, es de gran importancia adquirir conocimientos del estado actual de los bosques del Estado de México, más específico en las Áreas Naturales Protegidas.

La identificación de cobertura vegetal dentro de ANPs supone un claro avance en la formulación de estrategias que permita la conservación, así como

aprovechamiento sustentable de recursos forestales de todas aquellas áreas que así lo permitan.

Sobre la base de las ideas expuestas, la finalidad de identificar el total de vegetación presente en cada una de las ANPs federales del estado, es detallar espacialmente la superficie boscosa que se encuentra localizada dentro de las inmediaciones de los parques estudiados.

En resumen, el objetivo de este trabajo busca identificar el total de cobertura vegetal, esto con la ayuda de Sistemas de Información Geográfica como lo es QGIS así como en la interpretación de imágenes, datos, polígonos para así poder brindar información fidedigna del estado de vegetación presente en las ANPs del estado. Igualmente se busca integrar estos resultados con las dependencias administrativas de parques para así coadyuvar en la elaboración de nuevas estrategias de gestión, que tomen en cuenta la importancia del paisaje, su conectividad, así como incitar en lograr una convivencia plena y sustentable entre los recursos naturales y las actividades humanas.

## **Antecedentes**

Desde inicios de la humanidad, el ser humano se ha adaptado a sobrevivir únicamente con lo que el ambiente le proveía, por otro lado, y con el inevitable paso del tiempo, se ha alcanzado una sobreexplotación de recursos hasta el punto de originar graves impactos sobre el ambiente. Ocasionando así problemas ambientales desmesurados, manifestándose por un incremento exponencial de la población, expansión de grandes ciudades, agotamiento de recursos, generación y disposición de residuos.

Nuestra cultura como seres humanos nos ha permitido transmitir nuestros conocimientos de generación en generación, esta experiencia ha sido basta para poder desarrollar nuevos conocimientos y transmitirla a generaciones futuras. La cultura nos ha permitido desarrollar un sinnúmero de avances en distintos campos del conocimiento impulsando el desarrollo tecnológico (Calvo y otros, 2009).

El desarrollo tecnológico, ha traído entonces grandes cambios en nuestra sociedad, el ser humano ha tratado de solucionar todo aquello que le ocasiona conflictos para obtener así, una excelente calidad de vida. Por tal razón, es fundamental la protección de los recursos naturales existentes.

## **Ámbito Internacional**

Es importante recalcar el trabajo realizado en Colombia por Gómez y otros, (2005). En donde se resalta la importancia del estudio de fragmentación de paisaje y como los resultados arrojados sirven de medio informativo para posteriores trabajos. En este trabajo se utilizó una metodología modificada de Dinerstein y otros (1995) caracterizada por la utilización de dos métodos de evaluación: instantánea y final. A través de los cuales se prosiguió a examinar el estado de conservación de la biodiversidad a partir de un análisis de la métrica del paisaje para los ecosistemas boscosos de los Valles de San Nicolás ubicada en la Cordillera Central de los Andes colombianos al Oriente de la ciudad de Medellín (sobre los 1.800 msnm) en un área de 257.396 hectáreas.

La identificación del estado instantáneo de conservación de la biodiversidad se basó en mapas digitales de cobertura vegetal de 1986 y 2000 elaborados a partir de imágenes de satélite LANDSAT-ETM y TM. Para la evaluación del estado final la metodología incluye una variable amenaza que permite cuantificar los peligros que se ciernen a corto plazo sobre los ecosistemas como expansión de la frontera agropecuaria, megaproyectos de desarrollo, etc., la cual no se incluye en el trabajo de Gómez y otros (2005).

El trabajo se centró en la identificación de los fragmentos de bosque y rastrojo alto remanentes en el área de estudio. Parte fundamental del análisis fue la identificación de las áreas protegidas que se encuentran en la región de estudio, obtenidas a partir de mapas digitales existentes y de la consulta de fuentes secundarias. (Gómez y otros, 2005).

Los resultados de este trabajo arrojan que las variables evaluadas muestran que la pérdida de hábitat asciende al 74,01% indicando un alto grado de alteración del paisaje. Los fragmentos boscosos que se conservan son de tamaños pequeños en comparación con el área total.

En conclusión, el trabajo realizado por Gómez y otros, (2005) tiene cierta semejanza con la identificación de la cobertura vegetal de las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal del Estado de México. Los dos trabajos se enfocan en determinar cuál es el estado actual de la superficie boscosa de una superficie determinada. Sin embargo, difieren en la metodología utilizada, en donde el primero se basa en la utilización y modificación de ecuaciones y variables de distintos autores mientras que el presente trabajo construye su propia metodología en base a las distintas herramientas que brindan los SIG.

### **Ámbito Nacional**

En el caso de México, se ha experimentado una seria disminución de su patrimonio natural como consecuencia de políticas de desarrollo que han ignorado por largo tiempo criterios ecológicos que garanticen la sustentabilidad (Carabias y otros 2010). De acuerdo con Bennet, (1998), las áreas protegidas constituyen la piedra angular de los esfuerzos de conservación de la biodiversidad, aunque no sean del todo prácticas referentemente a escalas. La creación de Áreas Naturales Protegidas jugó un papel muy importante a finales del siglo XIX, en 1873 se marcó el inicio de una nueva era de conservación, en la protección de recursos naturales, para evitar la destrucción de los bosques, se iniciaron en México en 1876 con la Reserva Nacional "Desierto de los Leones"(Yáñez, 2007).

Existe un caso en donde los estudios se centran de acuerdo con Cayuela, (2006) en la deforestación, la fragmentación y la diversidad de comunidades arbóreas en bosques tropicales montañosos en los Altos de Chiapas, en el sureste de México.

Este estudio se abordó a dos escalas espaciales distintas. Por un lado, a escala de paisaje mediante el análisis de imágenes de satélite Landsat de 1975, 1990 y 2000, con píxeles de 30x30 m (excepto las imágenes de 1975 que tenían una resolución de 60x60 m). Por otro, a escala de comunidad mediante la realización de 204 inventarios florísticos en parcelas de 1.000 m<sup>2</sup> distribuidas en distintos

fragmentos forestales. La información procedente de los inventarios fue posteriormente introducida en un SIG, lo que permitió que relacionarla directamente con la información procedente de las imágenes de satélite.

Se aplicó un método de clasificación de imágenes de satélite basado en la teoría de la evidencia de Dempster-Shafer. Este método permite combinar la información contenida en las bandas espectrales de los sensores remotos con la información procedente del conocimiento experto. Utilizando un área piloto, dicho método comprobó que el uso de este algoritmo permitía una mejor clasificación de las coberturas del suelo en comparación con clasificadores tradicionales, como el de máxima probabilidad (Cayuela y otros, 2006).

Con la técnica anteriormente mencionada se clasificaron imágenes de distintas temporalidades en donde se identificaron 5 tipos de vegetación, esto con el fin de estimar cual es la superficie total de bosque para las distintas temporalidades.

En el año 1990, ésta se reduce aproximadamente en un 50%, lo que supone una tasa de deforestación del 1.3% anual. Entre 1990 y 2000 se produce una mayor deforestación, con una pérdida neta de cerca del 40% del bosque existente en 1990, lo que supone una tasa de deforestación del 4.8% anual, una de las más altas registradas en el mundo, tanto para bosques tropicales como para bosques templados. De entre los tipos de bosque, la reducción más importante se produjo en el bosque de niebla, pasando de casi el 20% del área de estudio en 1975 a apenas un 2% en el año 2000 (Cayuela, 2006).

En resumen, esta investigación describe el comportamiento de la cobertura vegetal de un área en específico, utilizando como variable determinante la temporalidad de las imágenes satelitales, para así detallar el avance de la deforestación en los diferentes ecosistemas estudiados.

### **Ámbito Estatal**

En el estado de México, existe un estudio denominado “Bosques Mexiquenses un estado de Altura” por (GEM, 2011) En donde se dan a conocer los recursos forestales con los que cuenta el estado, a grandes rasgos, este libro hace una clasificación de los distintos bosques presentes en el territorio mexiquense donde los clasifica en 3 regiones: Bosques de altura, Barrancas donde hay selvas bajas y bosques mesófilos de montaña. Sin embargo, las afirmaciones expuestas en este documento tienen un carácter generalista ya que no brinda datos cuantitativos del total de bosques presentes en el estado, sino más bien se basa en las superficies de las actuales ANPs.

Asimismo, el presente tema de tesis aborda la fragmentación de hábitat a una escala inductiva, en donde se analizan únicamente las ANPs de competencia federal, esto con el fin de brindar resultados fidedignos que detallen el nivel de cobertura vegetal con la que actualmente cuenta cada área natural protegida.

Para el cumplimiento de objetivos se necesitó de las distintas herramientas que brindan los distintos SIG disponibles en el mercado como lo son: Arc Gis versión 10.0 y el software libre QGIS versión 2.6 Brighton.

La metodología utilizada en este trabajo consistió en la identificación del total de masa vegetal remanente en las 4 categorías de ANPs federales del Estado de México, esto mediante herramientas de digitalización que permitieron la formación de polígonos, los cuales encierran los remanentes forestales anteriormente mencionados.

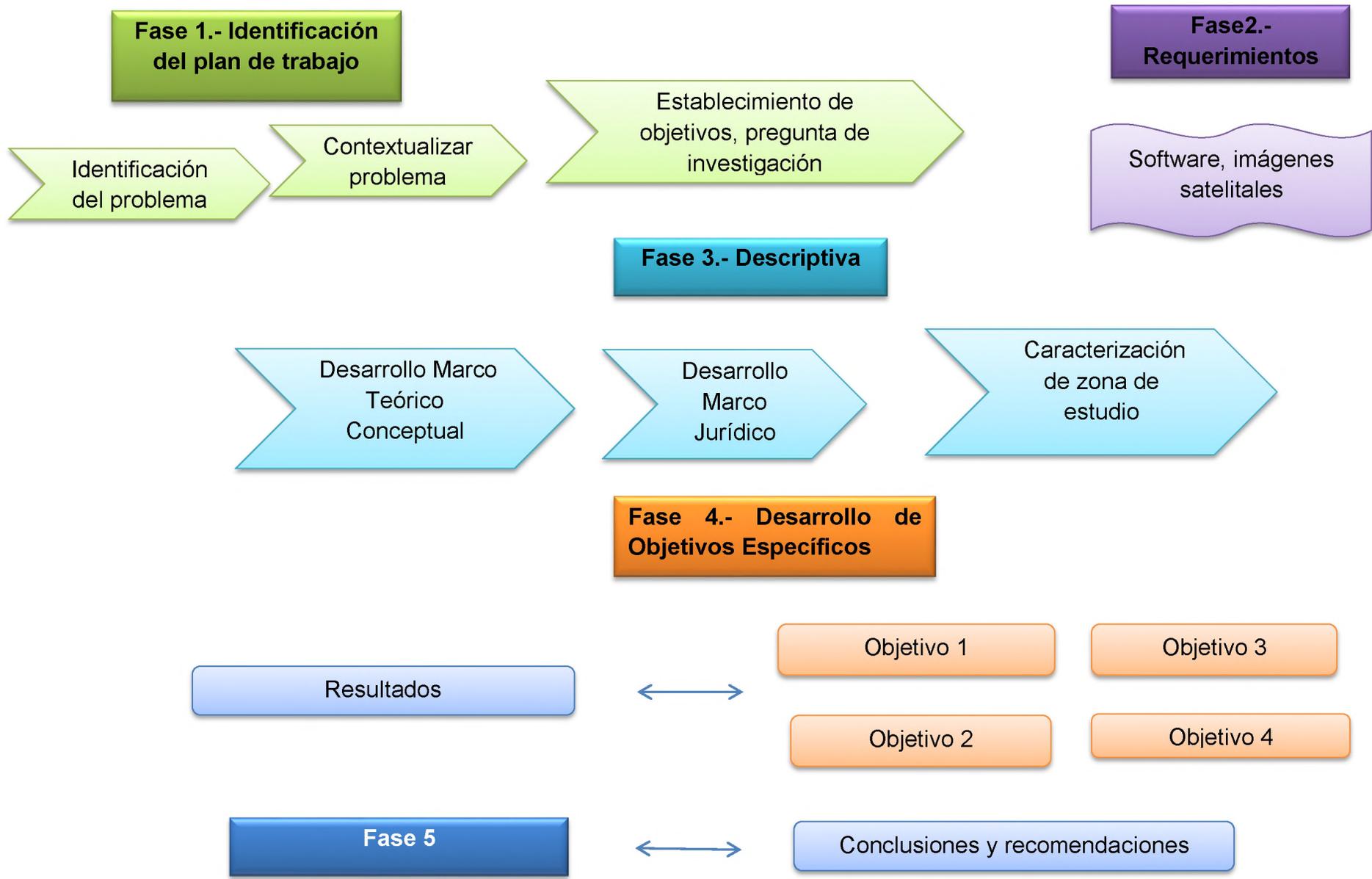
Además, para la interpretación de resultados se utilizan los fundamentos teóricos relacionados con fragmentación de hábitat, así como el trabajo realizado por McIntyre y Hobbs, (1999) los cuales mencionan que el paisaje puede clasificarse de acuerdo al grado de destrucción del hábitat en 4 estadios: Intacto, abigarrado, fragmentado y relicto.

## **Objetivo general**

Identificar el total de cobertura vegetal en las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal del Estado de México.

## **Objetivos específicos**

- Identificar la cobertura vegetal en las 4 categorías federales de ANPs del Estado de México.
- Cuantificar el porcentaje actual de cobertura vegetal en las 4 categorías federales de ANP del Estado de México.
- Describir el comportamiento de la cobertura vegetal de cada ANP federal del Estado de México.
- Adecuar los resultados del remanente de vegetación a los marcos teóricos propuestos por McIntyre y Hobbs, (1999).



## **Metodología**

### **Fase 1. Identificación del programa de trabajo:**

Fase introductoria del trabajo de tesis donde se establece el objetivo principal, objetivos específicos, pregunta de investigación, antecedentes, esto de acuerdo a la problemática detectada y con el fin de dar un contexto general del tema planteado.

### **Fase 2. Requerimientos técnicos**

Para la elaboración del respectivo análisis de este trabajo, se hizo uso principalmente de dos fuentes de cartografía digital. Para determinar la superficie de las 13 ANPs federales, se empleó el shape correspondiente a los límites municipales del Estado de México, escala 1: 400,000 proporcionado por INEGI y por consiguiente al total de Áreas Naturales Protegidas de dicho estado, cabe recalcar también, que los datos digitales anteriormente mencionados utilizan el mismo sistema de proyección geográfico, WGS 1984 UTM Zona 14.

La segunda fuente, juega un papel más específico, esto debido a que se utilizaron los servicios adicionales que provee el buscador Bing; de los cuales destaca el despliegue de cartografía digital a diferentes escalas y temporalidades, de la cual se utilizó el año 2016.

En materia de Software, igualmente se manejaron dos Sistemas de Información Geográfica que cumplieran y adaptaran a las necesidades requeridas, como proyecciones de imágenes, procesos de digitalización entre otros, para esto se utilizaron ARC GIS, Arc Map versión 9.3, 10.0 y el software libre Q.GIS versión 2.6.1 Brighton.

### **Fase 3. Descriptiva**

En esta fase, se brindan los principales aportes teóricos que son pertinentes para dar una definición clara y concisa del tema tratado, en segunda instancia y de manera breve, se describen aquellas leyes mexicanas en dos ámbitos; nacional y estatal que son consideradas adecuadas para dar un referente legal al tema presentado. Por último, se muestra la zona de estudio, localización geográfica, así como sus características físicas, biológicas entre otras.

#### **Fase 4. Desarrollo de objetivos**

##### **Objetivo 1: Identificar la cobertura vegetal en las 4 categorías federales de ANPs del Estado de México**

Los remanentes de vegetación son identificados de acuerdo a datos espaciales proporcionados por imágenes satelitales SPOT año 2012 y el servicio de mapas digitales que ofrece el buscador Bing año 2016. Para identificar y cuantificar la superficie vegetal de los actuales polígonos de ANPs federales en primera, se determina cual es la superficie inicial en hectáreas proyectada por el software Q.GIS versión 2.6 Brighton. En segunda, se analiza que ANPs presentan procesos de fragmentación de hábitat, mediante la observación detallada de estas imágenes y de acuerdo con teorías presentadas en Marco Teórico. Lo anterior haciendo uso de herramientas de acercamiento proporcionada por los softwares anteriormente mencionados.

##### **Objetivo 2. Cuantificar el porcentaje de superficie actual de cobertura vegetal en las 4 categorías federales de ANP del Estado de México**

Para cuantificar la vegetación actual de las 13 ANPs de competencia federal, se realizó una proyección de imágenes satelitales SPOT, 2012 en el software Arc Map 9.3, así como se acciono el despliegue de imágenes proporcionadas por el buscador Bing año 2016 en el software libre QGIS, correspondiente a esto, se inició a reconocer conforme a los criterios anteriormente mencionados, la superficie vegetal de cada una de las ANPs federales. Identificado lo anterior, se agregó el shape correspondiente a los polígonos de las ANPs federales. De este modo y con la ayuda de la herramienta "editor" se iniciará por digitalizar y diferenciar los manchones de superficie vegetal localizados en cada una de las ANPs para posteriormente proyectar su superficie final.

##### **Objetivo 3. Describir el comportamiento del remanente de vegetación de las 4 categorías de ANPs federales del Estado de México**

Posterior a la identificación y cuantificación de la cobertura vegetal en dichas ANPs así como en la detección de los principales factores generadores de problemáticas dentro de estos parques, se procedió a analizar el comportamiento de cobertura vegetal de acuerdo a la información bibliográfica recabada, así como en los resultados obtenidos del objetivo 2. Justificando de manera breve, de acuerdo al caso individual de cada parque, se describe cuales son las posibles causas que generan una superficie con amplia o reducida cobertura vegetal o en el caso extremo sin cobertura vegetal aparente.

Asimismo, se describió el comportamiento de aquellas áreas protegidas en las cuales el total de su cobertura vegetal forma la mayor parte del total de su superficie decretada. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se incluyó la cantidad de fragmentos de vegetación detectados por cada parque, corredores de vegetación, estos igualmente se describen de acuerdo a su tamaño, cercanía entre otros fragmentos y/o ANPs.

**Objetivo 4: Adecuar los resultados del remanente de vegetación a los marcos teóricos propuestos por McIntyre y otros, (1999).**

Para el respectivo Análisis de cobertura vegetal en ANPs federales, inicialmente se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en el objetivo 3, de cómo ha sido el comportamiento del nivel de fragmentación de vegetación en las ANP del Estado de México, también se utilizaran criterios de “efecto borde” y los cuatro estados de alteración del paisaje propuestos por McIntyre y otros, (1999), únicamente como un indicador que representa la calidad actual de las áreas protegidas estudiadas.

# **Capítulo 1 Marco teórico conceptual**

En este capítulo, muestran los principales conceptos básicos y teorías necesarias para dar bases a la integración de un conocimiento basado en la Ecología del paisaje y las Áreas Naturales Protegidas. Asimismo, se integra un apartado jurídico que retoma las principales leyes, normas adaptadas al presente tema.

## **1.1 Biología de la conservación**

Las disciplinas aplicadas tradicionales como la agricultura, la ingeniería forestal, el manejo de vida silvestre y la pesquería, han alentado prácticas de manejo y comercialización de algunas especies particulares, considerando rara vez el amplio espectro de especies que constituyen las comunidades biológicas. La biología de la conservación puede contribuir a integrar las complejidades ecológicas y sociales involucradas en tales prácticas y a elaborar una perspectiva general para la protección de la diversidad biológica y cultural en el largo plazo (Primack 1995, citado en Monroy-Vilchis, 2014).

La biología de la conservación interrelaciona disciplinas de varios tipos: a) científicas como taxonomía, ecología, biogeografía, evolución, genética y epidemiología, entre varias otras; b) prácticas como veterinaria, agronomía e ingeniería forestal entre muchas más; c) de las ciencias sociales como antropología, geografía, historia y sociología, entre otras, y d) humanidades, incluyendo filosofía y derecho ambiental entre varias más, que son fundamentales puesto que abordan las causas humanas de la actual crisis ambiental (Primack 1995, Galusky 2000, citado en Monroy-Vilchis, 2014).

En relación con las implicaciones anteriores y de acuerdo con Callicott y otros, 1999, citado en CONABIO, (2014). Los biólogos de la conservación buscan mantener tres aspectos importantes de la vida en la Tierra: la diversidad natural encontrada en los sistemas vivos (diversidad biológica), la composición, la estructura y el funcionamiento de dichos sistemas (integridad ecológica) y su resiliencia y capacidad de persistir en el tiempo (salud ecológica).

Haciendo un enfoque más profundo y relacionando la importancia de este tema con las ANPs, es evidente que las áreas protegidas fungen como una de las principales estrategias que coadyuvan en la protección de los recursos naturales, de una manera más objetiva, las distintas estrategias de manejo que cuenta un área protegida, relaciona directamente todos los supuestos que se plantean en la biología de la conservación.

## **1.2 Biogeografía**

Dentro de las ANPs, el estudio de la biogeografía está enfocado en identificar como los efectos de la fragmentación están ocasionando directamente externalidades negativas en la distribución, abundancia de especies de flora y fauna, evidenciando no únicamente las actividades antropogénicas como factor de cambio, sino también tomando en cuenta los fenómenos naturales que inciden cambios sustanciales en la estructura del paisaje.

De acuerdo con Morrone y otros, 1996, citado en Contreras y otros (2001). La Biogeografía es la disciplina que estudia la distribución de los seres vivos, tanto en el tiempo como en el espacio, considerando también los procesos que dieron lugar a dicha distribución. Básicamente esta disciplina presenta dos vertientes: la biogeografía histórica y la biogeografía ecológica.

Ciencia, rama de la geografía general que estudia la distribución de los seres vivos (fenómenos biológicos) sobre la superficie terrestre, las causas de dicha distribución, las relaciones locales de los seres vivos entre sí y con su ambiente, y su evolución en el tiempo (UNNE, 2011).

La biogeografía comprende el estudio de las distribuciones presentes y pasadas de los organismos, con un contexto evolutivo. Como parte del estudio se incluyen no solo delimitar y caracterizar zonas de flora y fauna, sino también intentar trazar su historia (Ramírez, 2007).

## **1.3 Ecología**

Desde la antigüedad grecolatina. Existía un gran interés por interpretar aquellas complejas relaciones existentes entre los organismos vivientes y el ambiente en que se desarrollaban, en el siglo XVIII, el interés por este tema se tornó en un carácter descriptivo, desarrollándose así un sistema taxonómico, en donde se describían características externas, internas de los organismos. En el siglo XIX, se hizo un notable cambio de perspectiva que se tenía hacia las interrelaciones existentes entre organismos y su ambiente, para ese entonces Charles Darwin planteaba el origen de las especies, tomando en cuenta que estas se generan por pequeñas variaciones que permiten adaptaciones al ambiente conjunto, en donde el más apto tiene mejores oportunidades de sobrevivir (Universidad Nacional de Colombia, 2014).

Etimológicamente la ecología es un neologismo acuñado por el alemán Ernst Haeckel (1834-1919) usando las palabras griegas (oikos=casa) y (logía=estudio de), quedando como el estudio del hábitat de los seres vivientes (Milán, 2007).

Asimismo, Haeckel 1866, cito en Baudry y Burel (2001) describe a la ecología como la ciencia que estudia las relaciones existentes entre organismo y el medio en el que se desarrollan. De hecho, la ecología pretende establecer no solamente las leyes que rigen las relaciones entre los seres vivos y su ambiente fisicoquímico, sino también las relaciones entre sus organismos. Desde el principio el estudio de la ecología se ha tornado complejo, iniciando por el estudio del individuo.

Para Rayo, 1994 citado en Milián, (2007), el término Ecología conduce desde sus orígenes al concepto de economía. La economía investiga las estructuras de la unidad doméstica tierra y establece las leyes de esta casa. Desde la perspectiva clásica de Aristóteles, adquiere entonces una connotación moral que alude a la preocupación responsable de adquirir y administrar aquellos bienes necesarios para gobernar la casa, de manera que sus habitantes posean la oportunidad de vivir dignamente.

Para otros autores como “Krebs, 1972; citado en Universia, (2014), la ecología se define como el estudio científico de los procesos que regulan la distribución y la abundancia de organismos y las interacciones entre ellos, así como el estudio de cómo, a su vez, esos organismos sirven de medio para el transporte y la transformación de la energía y la materia a través de la biosfera (es decir, el estudio del diseño de la estructura y la función del ecosistema).

La ecología se encarga del estudio de las relaciones de los organismos con su medio ambiente y con otros organismos, estas relaciones entre seres vivos regulan su abundancia y distribución; todos los organismos vivos necesitan agua, aire y los productos de la tierra elaborados por los vegetales, los cuales a su vez también necesitan aire, agua y suelo. Las plantas y animales se encuentran ligadas entre si al compartir la tierra, aire y agua; los vegetales están en competencia para obtener energía solar, la cual es necesaria para llevar a cabo la fotosíntesis, sin embargo, existe entre todos los organismos una cooperación e interdependencia (CECYTEBC, 2014).

La esencia de la Ecología se encuentra en la infinidad de mecanismos abióticos y bióticos e interrelaciones implicadas en el movimiento de energía y nutrientes, que regulan la estructura y la dinámica de la población y de la comunidad. Como muchos de los campos de la Biología contemporánea, la Ecología es multidisciplinaria y su campo es casi ilimitado (Milián, 2007).

Es importante hacer énfasis en la relación intrínseca que mantiene la ecología y las ANPs, ya que los supuestos y afirmaciones de la ecología abordan casi por completo los términos, condiciones y características de creación de un área protegida.

Además, la ecología es una de las principales ciencias que coadyuvan en la generación de información referente a las características de los procesos ecológicos que ahí se desarrollan, relaciones entre organismos y el impacto de actividades antropogénicas.

#### **1.4 Paisaje**

De igual manera el estudio del paisaje juega un papel muy importante para entender cómo es que las actividades antropogénicas y fenómenos naturales se comportan dentro de los límites de las ANPs, alterando así la estructura funcional del paisaje, ocasionando inevitablemente fragmentación de cobertura vegetal. En consecuencia, de esto, es necesario abundar en conocimientos teóricos acerca de este concepto, sus orígenes, distintas concepciones y como es que está estructurado.

El paisaje se considera como un grupo de formas, de los objetos y elementos que definen a un espacio geográfico. Es dentro de sus límites, que se llevan a cabo, las interrelaciones sociales, económicas y culturales con el medio natural, y con las transformaciones que este ha experimentado. Es, por lo tanto, parte del ambiente de los seres humanos (Seguinot, 1996 citado en Mateo, 2014).

Basándose únicamente desde el punto de vista científico existen numerosas definiciones de paisaje, las que han evolucionado independientemente en un buen número de países, con enfoques diversos y no siempre bajo las mismas directrices, creando con ello una considerable confusión (Morlans, 2005).

Sin embargo, este vasto conocimiento aunado al paisaje, supone, que este concepto ha sido objeto de estudio por numerosas disciplinas, para fines prácticos y entendibles, únicamente se hará énfasis en la descripción de conceptos con enfoques implícitamente relacionados con ecología, biología y geografía (Morlans, 2005).

Anticipándose brevemente a la historia del paisaje es importante conocer un poco del origen. El concepto de paisaje fue introducido por primera vez a finales de 1930 donde Troll lo define como:

Una parte de la superficie terrestre definida por una configuración espacial determinada, resultante de su aspecto exterior, del conjunto de sus elementos y de sus relaciones externas e internas, que queda enmarcada por los límites geográficos de otros paisajes de distinto carácter (Troll, 1950; citado en González 2010).

Esto, implícitamente introduce al paisaje como un concepto holístico en donde se considera la integración de diversos elementos (naturales, antropogénicos) mostrándose la importancia de sus componentes, factores paisajísticos y escalas de análisis utilizadas (Gonzales, 2010).

Para el Convenio Europeo del Paisaje, (2000). Paisaje se entenderá como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos.

El paisaje es un ecosistema acotado espacialmente a nivel de mesoescala, de naturaleza heterogénea y que presenta una estructura inherente, la cual está conformada por parches homogéneos en sus características edáficas (suelos), litológicas (rocas) y topográficas, así como biológicas (vegetación u otros organismos estructural o funcionalmente importantes) (Duran y otros, 2002).

Como lo definen Forman y Gordon (1986), un paisaje es “un área de tierra heterogénea compuesta por un grupo de ecosistemas que se repiten a todo lo largo y ancho en formas similares.” Los ecosistemas que componen un cierto paisaje, pueden variar en su estructura, función y composición de especies. Cuando se están evaluando, protegiendo y diseñando paisajes saludables para su buen funcionamiento es importante ver tanto el sistema completo como las partes que comprende, tanto en sus estructuras como en sus funciones.

#### **1.4.1. Estructura del paisaje**

De acuerdo con Morlans, (2005) el paisaje presenta una estructura en donde Funciona cuando presenta tres elementos:

La matriz, los corredores y los parches. La agrupación de estos elementos determina la dominancia y heterogeneidad de cada paisaje con las propiedades características pertenecientes a cada uno de estos. Juntos proveen y determinan las funciones del paisaje que comprenden un ecosistema que funciona efectivamente.

Siguiendo con los argumentos teóricos de Morlans. (2005), se menciona lo siguiente:

En la matriz están implícitos todos los elementos del paisaje, parcelas, orillas y corredores, es así, la superficie de paisaje, en donde un tipo de vegetación se vuelve más predominante. La matriz juega un papel dominante, en donde se encuentran integrados los parches y corredores, la agrupación de parches es considerada como un mosaico, sin embargo, al conjunto de corredores se le nombra red. En cierta manera la matriz influye de manera clara en los procesos de conexión del paisaje, donde se influyen flujos de materia y energía y su interacción con organismos.

Los parches son áreas circundantes a la matriz, rodeadas generalmente por vegetación homogénea, es considerable mencionar que los parches son completamente diferentes a la matriz que las rodea. Sin embargo, los parches pueden ser lo suficientemente grandes para auto sostenerse, el tamaño en sí, está en función a las numerosas fuentes biológicas, geológicas, edáficas que servirán para atraer organismos que consigan un establecimiento.

Los corredores son aquellos elementos del paisaje que se enlazan a parcelas con características similares mediante partes diseccionadas de matrices o fragmentos de parcelas. Estos generalmente presentan características longitudinales, alargadas e irregulares, en donde la vegetación trae beneficios en el transporte de materia y energía entre elementos de una matriz geográfica.

## **1.5 Ecología del paisaje**

La ecología del paisaje es una disciplina bastante importante para la interpretación de los objetivos de este tema de tesis, debido a que esta disciplina, se enfoca principalmente en el comportamiento de hábitats que presentan diversidad de ecosistemas (heterogéneos), en donde las perturbaciones de origen natural y antropogénicas, así como el factor tiempo juegan un papel fundamental en la interpretación del comportamiento de un paisaje determinado.

De acuerdo a varios autores consultados se menciona lo siguiente:

La ecología del paisaje nace en estrecha vinculación con la geografía y vive un desarrollo espectacular a partir de la segunda mitad del siglo XX. En la actualidad, es una perspectiva científica transdisciplinaria, consolidada y reconocida, que intenta comprender y ayudar a resolver algunos de los principales retos ambientales contemporáneos en la conservación del patrimonio natural y cultural

(Subirós y otros, 2006). Lo que hace suponer que la ecología del paisaje integra el medio natural con las actividades antrópicas.

El nacimiento de la ecología del paisaje (landscape ecology) mantiene una clara vinculación con la geografía, pues esta perspectiva científica fue definida e instaurada por un geógrafo. En concreto, a finales de la década de 1930 el geógrafo Carl Troll utilizó por primera vez la expresión landscape ecology, que definió como el estudio de toda la complejidad de relaciones causa-efecto que existen entre las comunidades de seres vivos y sus condiciones ambientales en una sección específica del paisaje (Troll, 1939 citado en Subirós y otros, 2006).

Al contrario de la Ecología tradicional que se interesa principalmente por los ecosistemas instalados en hábitats homogéneos y no modificados por el hombre, la ecología del paisaje y el estudio de las metapoblaciones estudian estructuras de extensiones variables, que son más o menos numerosas y dispersas, y que pueden tener un origen natural o bien ser el resultado de la modificación y la fragmentación por el hombre de los ecosistemas primitivos (Gutiérrez, 2002).

La Ecología del paisaje involucra el estudio de patrones de paisaje, las interacciones entre los elementos de estos patrones, y cómo estos patrones e interacciones cambian con el tiempo. Además, la ecología del paisaje implica la aplicación de estos principios en la formulación y solución de problemas del mundo real (Turner y otros, 2001).

Para Iraastroza, (2006). La dinámica paisajística depende de las relaciones entre las sociedades y su ambiente creando estructuras cambiantes en el espacio y en el tiempo.

De acuerdo con Turner y otros, (2001) la ecología del paisaje se aprecia mejor mediante tres enfoques:

### **Heterogeneidad espacial**

- ♣ Donde manejan cinco puntos centrales
- ♣ La identificación del patrón principal, así como la escala en la que se expresa y resumiéndolo cuantitativamente
- ♣ Identificación y descripción de los agentes de formación de patrones, que incluyen los patrones físicos abióticos, las respuestas demográficas en estos patrones, y los regímenes de perturbación presentes sobre éstos.
- ♣ Caracterizar los cambios en el patrón y el proceso sobre espacio y tiempo.
- ♣ Comprender las implicaciones ecológicas del patrón; Es decir, por qué es importante para las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas.
- ♣ Gestión de paisajes para el cumplimiento de objetivos.

## **Amplia extensión espacial**

La ecología del paisaje se distingue por enfocarse en extensiones espaciales más amplias que las tradicionalmente estudiadas en ecología. Sin embargo, la ecología del paisaje moderna no define, a priori, escalas específicas que puedan ser universalmente aplicadas; más bien, el énfasis es identificar las escalas que mejor caracterizan las relaciones entre la heterogeneidad espacial y el proceso de interés (Turner y otros, 2001).

Conforme a las afirmaciones anteriores se puede resumir que la ecología del paisaje se define a menudo por su enfoque en el papel que juega el ser humano en la creación y afectación de los patrones y procesos del paisaje. De hecho, la ecología del paisaje a veces es considerada como una ciencia interdisciplinaria que se enfoca en las relaciones entre la sociedad humana y su ambiente viviente.

Por lo tanto, parte de la ecología del paisaje se ocupa de los nuevos entornos "construidos", donde los seres humanos son la fuerza dominante en el subsecuente cambio del paisaje.

## **1.6 Características del paisaje**

### **1.6.1 Heterogeneidad**

La heterogeneidad es una propiedad de los paisajes que se presenta como un mosaico donde la estructura, función y cambio produce pautas repetitivas y patrones espaciales (Dunning y otros, 1992, citado en Suarez y otros, 2011).

En el contexto de la ecología del paisaje, la heterogeneidad es una medida del grado de partición del paisaje en parches o mosaicos de vegetación. Este componente es particularmente importante en el manejo o tipos de uso de la tierra en los que la menor diversidad del agro ecosistema es compensada con un mosaico de cultivos y fragmentos de bosque que mantienen un alto nivel de heterogeneidad espacial (Wiens, 1999, citado en Suarez y otros, 2011).

### **1.6.2 Conectividad**

El concepto de conectividad se utiliza para describir cómo los arreglos espaciales y la calidad de elementos en el paisaje afectan el desplazamiento de organismos entre parcelas de hábitats (Merriam 1984, 1991; Taylor y cols. 1993; Forman 1995, citado en Bennet, 1999).

Es fundamental señalar que al paisaje lo reconocen de manera diferente especies distintas y por tanto el nivel de conectividad varía entre especies y entre comunidades. Un paisaje o área local con alta conectividad es aquel en el que los individuos de una especie determinada pueden desplazarse con libertad entre hábitats adecuados, como clases preferidas de vegetación para alimentarse, o hábitats diferentes que se requieren para alimentarse y protegerse (Bennet, 1999).

Por otro lado, un paisaje con baja conectividad es aquel en que los individuos se ven muy limitados en cuanto a desplazarse entre hábitats escogidos. Un paisaje o región concretas puede, al mismo tiempo, ofrecer elevada conectividad para algunos organismos, como aves con movilidad de largo alcance, y baja conectividad a otros, como caracoles o pequeños reptiles sedentarios (Bennet, 1999).

Asimismo, para Bennet (1999), existen dos componentes que influyen en la conectividad potencial para una especie: uno estructural y otro conductual. El componente estructural de la conectividad lo determina la distribución espacial de tipos diferentes de hábitats en el paisaje. Influyen en él factores como la continuidad de hábitats adecuados, la dimensión de las brechas, la distancia que se debe atravesar, y la presencia de senderos alternativos o característicos de redes.

El componente conductual de la conectividad se refiere a la respuesta conductual de individuos y especies a la estructura física del paisaje. Influyen en él factores como la escala en que una especie percibe y se desplaza dentro del medio ambiente, sus requisitos de hábitats y el grado de especialización del hábitat, su tolerancia ante hábitats alterados, la fase de vida y tiempos de los desplazamientos de dispersión, y la respuesta de la especie ante depredadores y competidores. En consecuencia, aunque vivan en el mismo paisaje, las especies con respuestas conductuales contrapuestas (por ejemplo, ante alteración del hábitat) experimentarán niveles diferentes de conectividad (Bennet, 1999).

### **1.7 Fragmentación del paisaje**

La fragmentación es la división de un hábitat continuo en pedazos más pequeños y aislados, cuyo resultado es la reducción del área total de hábitat (pérdida de hábitats); la reducción del tamaño de los parches de hábitat y el aumento en el aislamiento. La fragmentación puede ocurrir sin gran pérdida de hábitats como en el caso de las carreteras, vías de tren, torres de alta tensión, cercas, etc. Los nuevos hábitats creados se vuelven barreras para unas especies y corredores para otras (Centro para la Biología de la Conservación, 1996).

La fragmentación del paisaje es el proceso dinámico por el cual un determinado hábitat va quedando reducido a parches o islas de menor tamaño, más o menos conectadas entre sí en una matriz de hábitat diferentes al original (Wilcove y otros, 1986, Saunders y otros 1991, Didham 1997, Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2009 citado en Galván-Guevara y otros 2015).

Una fragmentación excesiva de los ecosistemas puede reducir la aptitud de un hábitat para ciertas especies, al no existir fragmentos suficientemente grandes para mantener poblaciones estables (Usher, 1987).

De forma general, los procesos que se ven más afectados por los efectos de la fragmentación del paisaje son aquellos que dependen de vectores de transmisión en el paisaje. La dispersión de semillas, la polinización de las plantas, las relaciones de predador-presa, la dispersión de parásitos y epidemias son ejemplos de procesos ecológicos frágiles por su dependencia de vectores animales que a su vez tienen limitado el movimiento por el paisaje (Castro y otros, 2002).

### **1.7.1 Proceso de fragmentación**

Para Meffe y otros, (1997), la fragmentación en ecosistemas terrestres típicamente comienza con la formación de claros o perforación de la matriz vegetal como efecto de la colonización de los seres humanos y su consecuente extracción de recursos. Durante periodos de tiempo, la matriz (el tipo de hábitat más común) puede mantenerse como la vegetación natural, su composición y abundancia de patrones puede ser poco afectada, pero a medida que los claros se hacen más grandes o más numerosos, con el tiempo se convierten en la matriz, y la conectividad de la vegetación original se rompe.

Debido a que la fragmentación es un proceso complejo que implica diversas variables, no hay dos paisajes propensos a mostrar trayectorias idénticas de cambio. Cada paisaje en cualquier punto en el tiempo tendrá su propia estructura única.

De acuerdo con Bennet, (1999). El proceso de fragmentación tiene tres componentes reconocibles:

- ♣ Una pérdida general de hábitat en el paisaje (pérdida de hábitat).
- ♣ Disminución en el tamaño de los segmentos de hábitat que subsisten después de la subdivisión y clareo (reducción de hábitat).
- ♣ Mayor aislamiento de hábitats a medida que nuevas utilidades de la tierra ocupan el ambiente intermedio (aislamiento de hábitat).

### **1.8 Características condicionantes de fragmentación**

El tamaño, forma y posición del hábitat en la matriz tienen influencia sobre el grado de fragmentación. La cantidad de hábitat interior está en función tanto del área total como de la forma del hábitat. A medida que el tamaño del hábitat disminuye, un porcentaje mayor del área se vuelve hábitat de borde. El mismo efecto ocurre cuando la forma del hábitat se hace más elongada. Los hábitats con forma elongada y angosta tienen más borde que los hábitats con formas cuadradas y redondas (Centro para la Biología de la Conservación, 1996).

### **1.8.1 Forma de fragmentos**

La forma de los fragmentos tiene una importancia primordial e incluso a veces se considera más relevante que la dimensión. La forma está condicionada por la actividad humana y las condiciones naturales (topografía, litología, etc.). El dominio de las condiciones naturales favorece las formas curvilíneas e irregulares y, en contraposición, el dominio de la actividad humana supone mayor presencia de formas rectilíneas.

En general, una actividad humana moderada favorece la diversificación de las formas; en cambio, una actividad humana intensa supone una simplificación de la variabilidad. En líneas generales, se considera que las formas compactas facilitan la conservación de los valores naturales, las formas irregulares facilitan los intercambios con su entorno y las formas en red o laberínticas proporcionan una fácil conducción o transporte (Forman, 1995, citado en Subirós y otros, 2006).

En fragmentos de mayores superficies de hábitat se espera que las poblaciones sean más numerosas y con mayores posibilidades para superar las posibles alteraciones o extinciones locales. Los fragmentos alargados y delgados tienen proporcionalmente mayor longitud de borde (perímetro) que aquellos que tienen formas cuadradas o redondeadas (Diamond, 1975).

El tamaño y la forma de los fragmentos condicionan en gran medida las posibilidades de mantener ciertas poblaciones. Así, cuanto menor sea la superficie del fragmento, más vulnerables será a los agentes externos y más acusado será el efecto borde.

El índice más sencillo para definir la forma es la relación entre la superficie y el perímetro. En principio, puede afirmarse que son preferibles espacios con una baja relación área/perímetro, ya que en éstos se reduce el efecto borde y con él la influencia de las perturbaciones externas, y se aumenta la proporción de hábitat interior. Así, serían preferibles espacios de forma circular a aquellos de forma alargada (Castro y otros, 2002).

### **1.8.2 Efecto borde**

El efecto borde es el grado de contraste, densidad y variedad de vida que existe en la zona de transición (límite) entre comunidades vegetales colindantes. También implica un cambio abrupto en las condiciones ambientales, como por ejemplo en el tipo de suelo, la topografía o las condiciones microclimática. Cuanto mayor sea la diferencia entre las comunidades, mayor será la riqueza de especies. Un borde entre un bosque y un pastizal debe albergar más especies que un borde entre un bosque joven y uno maduro.

Para Fox y otros, (1997), citado en Peña-Becerril y otros, (2005), el efecto borde consiste en cambios microclimáticos y en las condiciones físicas del suelo, que influyen en la estructura y composición de la vegetación a lo largo del perímetro del remanente de un bosque.

Existen dos grupos de factores principales que son determinantes en la extensión y en la magnitud del efecto de borde en un fragmento de bosque. El primero hace referencia a las influencias climáticas, mientras que el segundo corresponde a la estructura del borde, la cual influye también en la distancia de penetración del efecto de borde (Didham y Lawton, 1999 citado en Peña-Becerril y otros, 2005).

Comparativamente, el “efecto de borde” sería más marcado en fragmentos de formas complejas (por ejemplo: objetos fractales) que en fragmentos de formas euclidianas (círculos o cuadrados). Esto es debido a que para dos fragmentos de un mismo tamaño (área), el borde más irregular implica una mayor relación borde/núcleo, y por tanto una disminución del hábitat núcleo (zona menos alterada por la matriz). Así, estos cambios en la estructura del hábitat conllevan a cambios en la composición de especies, que en consecuencia afectan los niveles de biodiversidad (Laurence y Yensen, 1991 citado en Pincheira-Ulbrich y otros, 2009).

### **1.8.3 Presencia de corredores**

Los corredores se han promovido como características importantes de las reservas que permiten el movimiento, y por lo tanto la recolonización, entre los hábitats de alta calidad (Meffe y otros, 1997).

Para Soulé. (1991). Los corredores de vida silvestre tienen dos propósitos principales. El primero es permitir movimientos periódicos entre los diferentes tipos de hábitats utilizados para diferentes propósitos, tales como la crianza, el parto, la lactancia o de descanso.

El segundo consiste en permitir que la inmigración y la emigración permanente de individuos entre los parches de hábitat en un contexto de metapoblación, permitiendo el flujo de genes y la recolonización después de la extinción local.

Para Noss, (1991), existen tres tipos de corredores a diferentes escalas espacio-temporales.

El primer tipo de corredor llamado “escala de fencerow” conecta, parches de hábitat pequeños, tales como arboledas, con surcos estrechos de hábitat como árboles o arbustos, estos con el fin de brindar movimiento a pequeños vertebrados, tales como ratones, ardillas o algunos tipos de aves. Estos

corredores están completamente regidos por el efecto borde y por lo tanto no son útiles para las especies del interior del hábitat.

El segundo está en función a la escala del mosaico de paisaje. Este por lo general consiste en amplios y largos pasillos que conectan las principales características del paisaje en lugar de pequeños parches. Pueden funcionar diariamente o por estaciones. Este tipo de corredor incluiría grandes franjas de bosque que conectan reservas separadas entre sí, bosques de ribera a lo largo de los arroyos o hábitats que siguen gradientes naturales, características topográficas tales como las crestas montañosas (Noss, 1987).

La escala regional es la mayor escala de corredor que existe, esta conecta las reservas naturales existentes con redes de corredores regionales. Los beneficios de los corredores pueden ser elevados a pesar de que la inclusión de estos puede acarrear costos potenciales, y los corredores pueden no ser deseable en todas las situaciones.

La fragmentación es una de las mayores amenazas para la biodiversidad, la lucha contra sus efectos a través de la reconexión de hábitats principales a través de la matriz del paisaje debe considerarse como prioridad (Noss, 1987).

Los corredores suponen entonces una estrategia viable para la conservación de especies de flora y fauna. Sin embargo, la correcta aplicación de un corredor en determinadas áreas tiende a variar.

De acuerdo con Meffe y otros, (1997) un corredor conlleva una adecuada aplicación de conocimientos generalizados acerca de la biología de las especies involucradas.

Las soluciones viables dependerán en parte al tipo de biota que se pretende conservar, su movilidad, la distancia entre reservas a conectar, el grado de interferencia humana, entre otros factores únicos para cada situación.

### **1.9 Estados de alteración del paisaje**

La fragmentación es un proceso continuo y dinámico, cuyos efectos en la estructura del paisaje pueden describirse mediante índices como el porcentaje de hábitat natural, número de fragmentos, presencia de corredores.

La gama de efectos humanos sobre paisajes ha sido descrita por Hobbs y Hopkins (1990) donde se describen cuatro niveles de alteración del paisaje. Asimismo, estos términos fueron expresados en 4 usos de tierra predominantes:

- ♣ La conservación de un sistema más o menos sin modificar.
- ♣ Utilización de componentes del sistema (por ejemplo, la silvicultura).
- ♣ La sustitución del sistema con otro tipo (por ejemplo, la agricultura, la silvicultura de plantaciones).
- ♣ La destrucción completa (por ejemplo, el desarrollo urbano, minería).

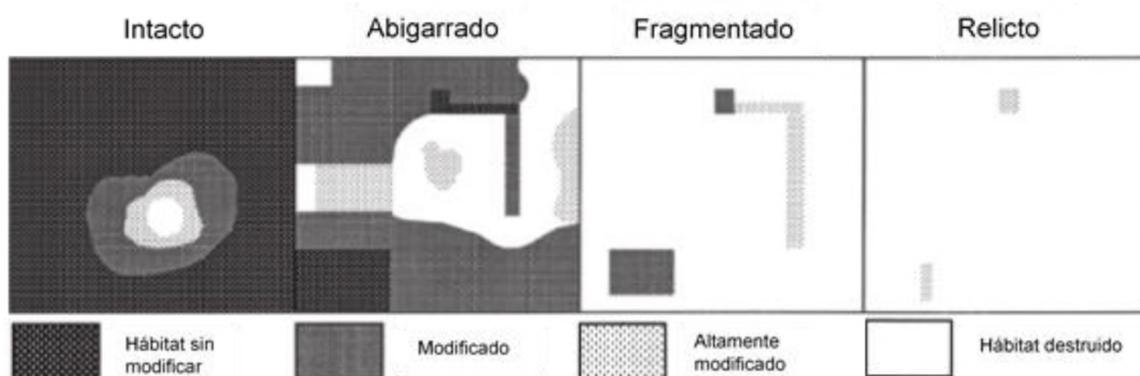
McIntyre y otros, (1996) utilizaron un método más genérico de una gama similar de paisajes (intactos, abigarrado, fragmentado, y relictos) para describir el continuo de los efectos humanos en términos de perturbaciones exógenas.

### 1.9.1 Destrucción del hábitat y estados del paisaje

De acuerdo con McIntyre y Hobbs, (1999), la destrucción del hábitat es la pérdida de todas las características estructurales de la vegetación original y la pérdida de la mayoría de las especies. Hay cuatro estados de paisaje: intactos, abigarrado, fragmentado, y relictos. Ellos representan segmentos a lo largo de un continuo de destrucción de una matriz de hábitat previamente continuo.

El término matriz se utiliza en el sentido biológico de un medio en el que las variables están incrustadas en una clase de estado hábitat (destruido, modificado, no modificado) que forma la mayor parte del paisaje.

Imagen 1.- Estados de alteración del paisaje



Fuente: Elaboración propia en base McIntyre y Hobbs, 1999.

En los paisajes intactos y abigarrados, el hábitat todavía forma la matriz, mientras que en paisajes fragmentados la matriz comprende un "hábitat destruido". Una distinción funcional entre los paisajes fragmentados y abigarrados se apoya en los modelos teóricos de paisaje que indican que los organismos se encuentran operativamente no fragmentados cuando hay un 60% de retención del hábitat (Pearson y otros 1996; Wiens, 1997, citado en McIntyre y Hobbs, 1999).

Entre 10% y 60% de retención (paisajes fragmentados), el grado de fragmentación es altamente dependiente en la movilidad del organismo y la disposición del hábitat.

### **1.9.2 Marcos de referencia modificación del paisaje**

La complejidad que conlleva la fragmentación y cambios estructurales en el paisaje, hacen que categorizar a cierta área en específico con procesos de fragmentación de hábitat se convierta en una tarea muy difícil. Es por eso que se requiere llevar a cabo un marco de referencia realista que sea capaz de integrar las características de fragmentación de paisaje, las relaciones existentes entre estas, junto con los niveles de destrucción de hábitat en las Áreas Naturales Protegidas del mundo real.

Asimismo, en este apartado se toman en cuenta dos autores, Valdes, (2011) y McIntyre y Hobbs, (1999) los cuales exponen dos marcos de referencia que a primera instancia conllevan cierto parecido en su teoría. Sin embargo, van dirigidos a objetivos distintos.

En el caso de Valdes, (2011) utiliza 4 modelos los cuales consisten en lo siguiente:

#### **Modelo de Islas:**

Este modelo está basado inicialmente en la Teoría de Biogeografía de Islas propuesta por McArthur y Wilson, 1963. La hipótesis que soporta esta teoría predice la riqueza específica (número de especies de la comunidad de aves presentes en cada isla en función de parámetros espaciales como son la superficie de la isla y su distancia al continente (Preston, 1962; MacArthur y Wilson, 1963, citado en Baudry y Burel, 2001).

Asimismo, se considera a los parches de hábitat fragmentado como islas embebidas en un mar constituido por hábitat inhóspito, denominado generalmente matriz. La matriz es considerada como un medio totalmente hostil para todos los organismos. Además, este modelo propone una transición clara y abrupta entre esta matriz y los parches remanentes de hábitat, y supone que las condiciones ambientales previas a la fragmentación son homogéneas, al igual que las

existentes dentro de los parches. Esta uniformidad espacial lleva implícita la existencia de una consistencia temporal; es decir, se ignora la existencia de fluctuaciones temporales en las poblaciones que puedan hacer variar su distribución dentro del paisaje fragmentado.

### **Modelo de Parche-Matriz-Corredor:**

Es en realidad una extensión del modelo de islas, ya que incorpora el concepto de corredor a la concepción binaria de “hábitat adecuado” frente a “matriz inhóspita” propuesta por el modelo de islas. Sin embargo, el modelo de parche-matriz-corredor no se centra tanto en las diferencias en riqueza de especies, sino sobre todo en la configuración geográfica del paisaje fragmentado. Considera también que puede existir cierta heterogeneidad en la matriz, aunque no se le da gran importancia a este factor.

En este modelo, el paisaje fragmentado se considera compuesto por estos tres elementos discretos. Según Forman, (1995), citado en Baudry y Burel, (2001) cada punto de un paisaje está situado dentro de un parche, de un corredor o de la matriz. Los parches son áreas de hábitat original que pueden tener diferentes tamaños y formas. Los corredores son elementos lineales de hábitat que conectan parches y pueden variar en longitud y anchura. Los parches y corredores están embebidos en una matriz que puede tener distinta extensión.

### **Modelo de paisaje Abigarrado**

Este modelo propone que el paisaje fragmentado está formado por un mosaico de hábitats que representan distintos grados de modificación con respecto a la situación original, generando gradientes de adecuación de hábitat. Por lo tanto, la matriz puede presentar distinto grado de permeabilidad para los diferentes organismos; es decir, puede no representar una barrera, sino ser utilizada en mayor o menor grado dependiendo de la especie considerada y la escala a la que dicha especie utilice el ambiente.

Este modelo tiene en cuenta también pequeños elementos de hábitat, como árboles aislados en el caso de paisajes forestales fragmentados que serían probablemente incluidos dentro de la matriz en los modelos de islas y parche matriz, corredor, y que podrían servir como “piedras de paso” para facilitar el movimiento de los organismos dentro del paisaje, incrementando la permeabilidad de la matriz.

## **Modelo de paisaje continuo**

El modelo de continuo temporal y espacial propuesto por McIntyre y Hobbs (1999), citado en Baudry y Burel, (2001) propone la existencia de diferencias entre grupos de especies en cuanto a requerimientos de hábitat. Sin embargo, la definición de los gradientes de paisaje y de los estados de destrucción del hábitat se sigue haciendo en último término desde el punto de vista humano, basándose en los patrones físicos del paisaje, y sin tener en cuenta los procesos que generan las distribuciones reales de los organismos o los rasgos específicos que influyen en la percepción del paisaje por distintos organismos. En este sentido, existe la necesidad de considerar la visión que cada especie tiene del paisaje fragmentado y de integrar en los modelos conceptuales rasgos del ciclo de vida de los organismos que puedan determinar esta percepción.

En el caso de McIntyre y Hobbs, (1999), utilizan una metodología más simple en donde proponen una categorización de acuerdo al porcentaje total de hábitat remanente, la cual se menciona lo siguiente:

### **Paisaje Intacto**

El grado de intervención humana asociada con paisajes intactos varía, pero puede ser muy baja sobre todo en reservas gestionadas para la conservación. En los paisajes intactos y abigarrados, los gradientes de modificación pueden ser una característica importante porque el hábitat restante es relativamente extenso. Un ejemplo generalizado de paisaje intacto es de pastizales en las regiones marginales, donde el ganado doméstico pasta el paisaje y lo modifica en diversos grados. Debido a la mejora de pastos y cultivo no son económicos en estas situaciones, la destrucción del hábitat es limitada (McIntyre y Hobbs, 1999).

### **Modelo Paisaje Abigarrado**

El modelo de paisaje abigarrado (McIntyre y Barrett, 1992, citado en McIntyre y Hobbs, 1999) propone que el paisaje fragmentado está formado por un mosaico de hábitats que representan distintos grados de modificación con respecto a la situación original, generando gradientes de adecuación de hábitat. Por lo tanto, la matriz puede presentar distinto grado de permeabilidad para los diferentes organismos; es decir, puede no representar una barrera, sino ser utilizada en mayor o menor grado dependiendo de la especie considerada y la escala a la que dicha especie utilice el ambiente.

Este modelo tiene en cuenta también pequeños elementos de hábitat, como árboles aislados en el caso de paisajes forestales fragmentados (Fischer y Lienmayer, 2002, citado en Valdés, 2011), que serían probablemente incluidos

dentro de la matriz en los modelos de islas y parche-matriz-corredor, y que podrían servir como “piedras de paso” para facilitar el movimiento de los organismos dentro del paisaje, incrementando la permeabilidad de la matriz.

### **Paisaje Fragmentado**

La vegetación nativa restante se encuentra en muchos fragmentos pequeños y corredores de carretera. Aunque parte de esta vegetación nativa se mantiene relativamente sin modificar, mucha ha sido severamente modificada por períodos prolongados de pastoreo por el ganado (Norton y otros 1995; Abensperg-Traun y otros, 1996, citado McIntyre y Hobbs, 1999). Otras influencias externas, tales como la entrada de nutrientes y depredadores salvajes, también han tenido una influencia importante sobre la biota en los fragmentos (Hobbs 1993; Hobbs y otros 1993, citado en McIntyre y Hobbs, 1999).

Un paisaje fragmentado a menudo puede diferir de un paisaje abigarrado típico en su patrón de perturbaciones exógenas. En paisajes fragmentados, el grado de destrucción es mayor y los trastornos tienden a ser más fuertemente acoplado (es decir, altamente correlacionada). Como resultado de ello, los límites de destrucción y modificación en el paisaje son típicamente más nítida y la modificación gradientes más cortos.

### **Paisaje Relicto**

Los paisajes relictos parecen estar más a menudo asociado con las regiones donde los efectos del desarrollo urbano y la agricultura intensiva han sido mayores. Estos usos de la tierra destruir el hábitat, y las presiones económicas para el desarrollo de todo el paisaje son grandes. En el este de Australia, los hábitats cercanos a la costa (Catterall y Kingston 1993, citado en McIntyre y Hobbs, 1999) y en los suelos más fértiles (por ejemplo, las praderas, los Fensham 1998) pueden ser reducidos a un estado relictos.

Los fragmentos restantes están bajo inmensa presión de la matriz utilizada intensamente, aunque con una gestión adecuada incluso pequeños restos pueden persistir (Kirkpatrick, 1986), aunque con una pérdida de la función ecológica.

Tabla 1.- Estados de alteración del paisaje definidos por el grado de destrucción de hábitat

Tipo de alteración	Grado de destrucción del hábitat (% de remanente)	Conectividad del hábitat remanente	Grado de modificación del hábitat remanente	Patrón de modificación del hábitat remanente
<b>Intacto</b>	Poco o nulo (>90)	Alto	Generalmente bajo	Mosaico con gradientes
<b>Abigarrado</b>	Moderado (60-90)	Generalmente alto, pero bajo para especies sensibles a modificaciones de hábitat	Bajo a alto	Mosaico, puede contener gradientes y límites abruptos
<b>Fragmentado</b>	Alto (10-60)	Generalmente bajo, pero varía dependiendo de la movilidad de especies y su posición en el paisaje	Bajo a alto	Gradientes con fragmentos menos evidentes
<b>Relicto</b>	Extremo (<10)	Nulo	Generalmente altamente modificado	Generalmente uniforme

Fuente: Elaboración propia en base a McIntyre y Hobbs, (1999)

Los modelos de modificación de paisaje presentados anteriormente brindan un marco de referencia de cómo puede ser catalogado el paisaje debido a presiones externas e internas. Para Valdes, (2011) toma distintos fragmentos teóricos de varios autores para formular un marco de referencia en el cual utiliza para categorizar cierta área en específico, por ejemplo, el modelo de paisaje abigarrado de Valdes utiliza los conceptos teóricos de McIntyre y Hobbs, (1999), que, por el contrario, estos autores proponen un marco de referencia totalmente nuevo en el cual establece 4 estadios del paisaje.

Sin embargo, por cuestiones prácticas, el marco de referencia propuesto por McIntyre y Hobbs, (1999) debido a su simpleza y claridad es el que más se adecua para el cumplimiento de objetivos del presente trabajo.

## 1.10 Las Áreas Naturales Protegidas

Desde hace varios siglos, la humanidad ha designado áreas restringiendo el acceso y uso de flora, fauna y otros recursos con el objetivo de mantener las cualidades originales de estos sitios. Las razones han sido diferentes, incluyendo económicas (reservas forestales), espirituales (sitios religiosos), recreativas (cotos de caza y parques), etc. (CONABIO, 2014).

La conservación y protección del patrimonio natural compete a todos aquellos que se benefician directa o indirectamente de los servicios que proveen los ecosistemas y sus procesos ecológicos dentro del Estado. La preocupación por el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales, los cuales permiten la subsistencia de las sociedades y sustentan su desarrollo, ha generado numerosas acciones en pro de la conservación de la diversidad biológica (Ruiz, 2014).

De acuerdo con la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza un Área Natural Protegida se define como:

Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociado (UICN, 2014).

El Convenio sobre Diversidad Biológica, (1992) define como área protegida al área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

Asimismo, para la LGEEPA, (2014) un Área Natural Protegida se entiende como: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

México como otras regiones del mundo, posee una enorme diversidad de espacios donde se manifiestan distintos tipos de ecosistemas, y, por tanto, distintas relaciones entre los seres vivos que los habitan.

En el Ámbito Federal, La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (2014) menciona que: el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Protegidas.

Estas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido

esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

### **1.10.1 Antecedentes históricos**

Las áreas protegidas son artefactos culturales y su historia se entrelaza con la de la civilización humana. Hace más de 2.000 años, algunas áreas fueron declaradas por decreto real en la India para la protección de los recursos naturales (Holdgate y Philips, 1999, citado en Phillips y otros, 2004).

Bishop y otros, (2004) mencionan que la idea de la protección de lugares especiales es universal: se produce en las tradiciones de las comunidades en el Pacífico (por ejemplo, las áreas denominadas "tapu"), en los bosques sagrados de África y en las zonas de caza en algunas partes de Europa y Asia.

Los orígenes de las áreas protegidas "modernas" datan del siglo XIX. En 1832 el poeta, explorador y artista estadounidense, George Catlin, señaló la necesidad de tener "un parque de la nación, que contenga el hombre y la bestia, en toda su salvaje frescura de su bella naturaleza" (Phillips y otros, 2004).

El primer verdadero parque nacional llegó en 1872 con la dedicación de Yellowstone por la ley de los Estados Unidos "como un parque público o una tierra de placer para el beneficio y disfrute de la gente".

Al final del siglo XX, casi todos los países habían adoptado su propia legislación sobre áreas protegidas y los sitios designados para su protección y muchas organizaciones de los sectores público, privado, comunitario y voluntario se dedicaron a crear áreas protegidas (Bishop y otros, 2004).

En el caso de México, hace aproximadamente nueve mil años los pueblos mesoamericanos empezaron el cultivo de plantas y la domesticación de animales, tratando de mantener una adecuada relación con el medio ambiente, aprovecharon y manejaron las selvas primarias y acahuals, estableciendo jardines para distintos fines y reglas para su protección (Yáñez. 2007).

Para Melo, (2002), la protección natural del entorno en México surgió como producto del alto nivel cultural de la población prehispánica, que inmersos dentro

bastos recursos naturales, existió un equilibrio entre el uso de recursos, mostrando un gran respeto y sentido de la conservación hacia estos.

Las culturas antiguas como la maya basaron su desarrollo económico en una combinación de agricultura y explotación forestal que la obligaba a cultivar algunas áreas por temporadas y dejar un lapso libre para su recuperación (Vargas, 1984, citado en Valle, 2006).

Para Anaya y otros, (1992). La cultura maya vinculó su desarrollo en el bosque tropical, basando sus prácticas agrícolas, hortícolas y forestales en el pluricultivo, por lo cual su decadencia no pudo haber sido causada por un colapso ecológico.

Como precursor del conservacionismo nacional, destaca el rey poeta Nezahualcóyotl, a quien se le atribuye la plantación de milenarios ahuehuetes, cuyos vestigios aún se encuentran en lo que hoy es el parque nacional Molino de Flores (Melo, 1987. citado en Melo, 2002).

A finales del siglo XV e inicios del XVI Moctezuma Xocoyotzin gobernante del imperio azteca, impulsó medidas conservacionistas sobre el medio ambiente y promovió especial interés hacia la vegetación, llegando hasta divinizar ciertas plantas alimenticias o medicinales (Anaya y otros, 1992).

Los recursos naturales, sin duda alguna, tenían un papel muy importante dentro de las vidas de nuestros antepasados prehispánicos, no solo fungían como materias primas comestibles, sino también, mantenían un aspecto estético que los conllevaba a preocuparse por la calidad de los recursos.

De acuerdo con De la Maza, (1999), Los bosques y jardines protegidos en el México prehispánico, tenían una concepción cercana a nuestros jardines botánicos y la necesidad de sus creadores por obtener plantas, exquisitas y raras, los llevaba, incluso, a guerras.

La conquista española trajo consigo un radical y drástico cambio, ya que durante la época colonial se introdujeron costumbres que favorecían el empleo de nuevas técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales (Melo, 2002).

En 1870 se establecieron las primeras disposiciones sobre cacería, así como vedas para algunas especies en fase reproductivas (De la Garza, 1992, citado en Melo, 1992).

El antecedente más antiguo relacionado con el establecimiento de Áreas naturales protegidas en México, data del año 1876, donde se expropiaron tierras correspondientes a la zona boscosa del Desierto los Leones, declarándola como

Reserva Nacional Forestal, esto con el propósito de proteger los manantiales que abastecía de agua a la Ciudad de México (Melo, 2002).

No fue hasta el 15 de noviembre de 1917, donde oficialmente se reconoció como parque nacional Desierto de los Leones, establecido por decreto presidencial de Venustiano Carranza (Melo, 2002).

La cumbre de la Tierra en 1992 representó, en el ámbito internacional, la oportunidad de cambio ambiental que hoy vive México en lo político. En el marco de la Agenda 21, México asumió importantes compromisos de hacer efectiva la voluntad que los decretos de Áreas Naturales Protegidas (CONABIO, 2011).

En ese mismo año se crea la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), donde se encarga de buscar, rescatar, organizar y utilizar la información en materia de biodiversidad para la toma de decisiones por la sociedad y el gobierno. Finalmente, en el año 2000, se crea la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) como órgano desconcentrado de la ahora SEMARNAT, con los retos de consolidación e institucionalización que el rápido crecimiento le impone (CONABIO, 2011).

En el Estado de México una breve historia del conservacionismo puede ubicarse en las tradiciones de su población indígena. Los mazahuas, otomíes, matlazincas, atzincas y nahuas son grupos originarios del estado. En su cosmovisión se combinan elementos católicos y prehispánicos, sincretismo que guía su sistema de creencias, como es su concepción de la naturaleza, flora, fauna, fenómenos naturales como la interpretación del “temporal” (Ceballos, 2009).

Asimismo, los indígenas mexiquenses que se encuentran todavía en su territorio, tienen una relación muy importante con la biodiversidad, mantienen sus tradiciones, como las ceremonias de petición de lluvia a través de graniceros (personas que adivinan el tiempo), la recolección y uso de plantas medicinales, hongos y otros productos forestales no maderables (Ceballos, 2009).

Hoy en día existen en el estado 92 Áreas Naturales Protegidas, sumando un total de 1, 000,913.14 hectáreas. La administración y vigilancia de áreas naturales protegidas del Estado de México está a cargo de principalmente dos dependencias, aquellas áreas naturales que le competen al estado de México y secretarías correspondientes como la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, la cual administra 15 de las áreas naturales protegidas y las ANP de competencia federal que en conjunto con la CONANP administran 13 parques.

## 1.10.2 Categorías de Áreas Naturales Protegidas

### 1.10.3 Ámbito Internacional

El Sistema de Categorías de Gestión de Áreas Protegidas de la UICN tiene como objetivo clasificar las áreas protegidas de acuerdo a sus objetivos de gestión y crear un entendimiento común y un marco internacional de referencia para las áreas protegidas tanto entre países como dentro de ellos. Hoy en día, las categorías están aceptadas y reconocidas por organizaciones internacionales, como las Naciones Unidas y el Convenio sobre la Diversidad Biológica, y gobiernos nacionales como el punto de referencia para definir, recordar y clasificar las áreas protegidas (UICN, 2009).

Tabla 2.- Categorías de ANP, UICN

Categoría	Nombre	Fin
I	Reserva Natural	Las áreas de categoría Reserva Natural son áreas estrictamente protegidas reservadas para proteger la biodiversidad, así como los rasgos geográficos/geomorfológicos en las que las visitas, el uso y los impactos están estrictamente controlados y limitados para asegurar la protección de los valores de conservación. Estas áreas protegidas pueden servir como áreas de referencia indispensables para la investigación científica y el monitoreo.
II	Área Silvestre	Son generalmente áreas no modificadas o ligeramente modificadas de gran tamaño, que retienen su carácter e influencia natural, sin asentamientos humanos significativos o permanentes, que están protegidas y gestionadas para preservar su condición natural.
II	Parque Nacional	Son extensas áreas naturales o casi naturales establecidas para proteger procesos ecológicos a gran escala, junto con el complemento de especies y ecosistemas característicos del área, que también proporcionan la base para oportunidades espirituales, científicas, educativas, recreativas y de visita que sean ambiental y culturalmente compatibles.

Continuación de tabla 2.

III	<b>Monumento o característica natural</b>	Se establecen para proteger un monumento natural concreto, que puede ser una formación terrestre, una montaña submarina, una caverna submarina, un rasgo geológico como una cueva o incluso un elemento vivo como una arboleda antigua. Normalmente son áreas protegidas bastante pequeñas y a menudo tienen un gran valor para los visitantes.
IV	<b>Áreas de gestión de hábitats/especies</b>	Se establecen para proteger un monumento natural concreto, que puede ser una formación terrestre, una montaña submarina, una caverna submarina, un rasgo geológico como una cueva o incluso un elemento vivo como una arboleda antigua. Normalmente son áreas protegidas bastante pequeñas y a menudo tienen un gran valor para los visitantes.
V	<b>Paisaje terrestre/marino protegido</b>	Un área protegida en la que la interacción entre los seres humanos y la naturaleza ha producido un área de carácter distintivo con valores ecológicos, biológicos, culturales y estéticos significativos; y en la que salvaguardar la integridad de dicha interacción es vital para proteger y mantener el área, la conservación de su naturaleza y otros valores.
VI	<b>Área Protegida con uso sostenible de los recursos naturales</b>	Conservan ecosistemas y hábitats, junto con los valores culturales y los sistemas tradicionales de gestión de recursos naturales asociados a ellos. Normalmente son extensas, con una mayoría del área en condiciones naturales, en las que una parte cuenta con una gestión sostenible de los recursos naturales, y en las que se considera que uno de los objetivos principales del área es el uso no industrial y de bajo nivel de los recursos naturales, compatible con la conservación de la naturaleza.

Fuente: Elaboración propia en base a UICN, 2012

#### **1.10.4 Ámbito Nacional**

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) clasifica a las Áreas Naturales Protegidas en 6 categorías.

##### **Reservas de la Biosfera**

Las reservas de la biosfera se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados, en los cuales habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. En tales reservas podrá determinarse la existencia de la superficie o superficies mejor conservadas, o no alteradas, que alojen ecosistemas o fenómenos naturales de especial importancia, o especies de flora y fauna que requieran protección especial, y que serán conceptuadas como zona o zonas núcleo. En ellas podrá autorizarse la realización de actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación científica y educación ecológica, y limitarse o prohibirse aprovechamientos que alteren los ecosistemas.

En las propias reservas deberá determinarse la superficie o superficies que protejan la zona núcleo del impacto exterior, que serán conceptuadas como zonas de amortiguamiento, en donde sólo podrán realizarse actividades productivas emprendidas por las comunidades que ahí habiten al momento de la expedición de la declaratoria respectiva o con su participación, que sean estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable, en los términos del decreto respectivo y del programa de manejo que se formule y expida, considerando las previsiones de los programas de ordenamiento ecológico que resulten aplicables.

##### **Parques Nacionales**

Los parques nacionales se constituirán, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general. En los parques nacionales sólo podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológicos.

## **Áreas de Protección de Flora y Fauna**

Las áreas de protección de la flora y la fauna se constituirán de conformidad con las disposiciones de esta Ley, de las Leyes Federal de Caza, de Pesca y de las demás leyes aplicables, en los lugares que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres.

En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia.

Asimismo, podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, o que resulte posible según los estudios que se realicen, el que deberá sujetarse a las normas oficiales mexicanas y usos del suelo que al efecto se establezcan en la propia declaratoria.

## **Áreas de Protección de Recursos Naturales**

Las áreas de protección de recursos naturales, son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente vegetal, siempre que dichas áreas no queden comprendidas en otra de las categorías previstas en el artículo 46 de LGEEPA.

Se consideran dentro de esta categoría las reservas y zonas forestales, las zonas de protección de ríos, lagos, lagunas, manantiales y demás cuerpos considerados aguas nacionales, particularmente cuando éstos se destinen al abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones.

En las áreas de protección de recursos naturales sólo podrán realizarse actividades relacionadas con la preservación, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en ellas comprendidos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológica, de conformidad con lo que disponga el decreto que las establezca, el programa de manejo respectivo y las demás disposiciones jurídicas aplicables.

## Monumentos Naturales

Los monumentos naturales se establecerán en áreas que contengan uno o varios elementos naturales, consistentes en lugares u objetos naturales, que por su carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico, se resuelva incorporar a un régimen de protección absoluta. Tales monumentos no tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo.

En los monumentos naturales únicamente podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con su preservación, investigación científica, recreación y educación.

## Santuarios

Los santuarios son aquellas áreas que se establecen en zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora o fauna, o por la presencia de especies, subespecies o hábitat de distribución restringida. Dichas áreas abarcarán cañadas, vegas, relictos, grutas, cavernas, cenotes, caletas, u otras unidades topográficas o geográficas que requieran ser preservadas o protegidas.

### 1.10.5 Ámbito Estatal

A nivel estatal la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna menciona que en el año Estado de México cuenta con 92 Áreas Naturales Protegidas. Es la entidad con el mayor número de ellas en el país. Suman un total de 1, 006,913.14 hectáreas., que representan aproximadamente el 44.77% del territorio estatal.

Se consideran como Áreas Naturales Protegidas las siguientes categorías, destacando la I, II, III y VIII, que son de competencia y jurisdicción exclusiva del Estado, por medio de la administración que realiza la CEPANAF.

Tabla 3.- Categorías de Áreas Naturales Protegidas, CEPANAF

Categoría	Nombre	Características
I	Reservas estatales	Áreas biogeográficas relevantes en la jurisdicción del Estado, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados en los cuales habiten especies representativas de la diversidad biológica estatal o nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, raras, amenazadas o en peligro de extinción en términos de lo regulado por las normas oficiales mexicanas y por las normas técnicas estatales o criterios ecológicos que al efecto emita el Ejecutivo Estatal (Art. 2.93).

Continuación de tabla 3.

II	<b>Parques estatales</b>	Se constituirán, tratándose de representaciones biogeográficas a nivel estatal de uno o más ecosistemas que tengan importancia por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico y por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo sostenible o bien por otras razones análogas de interés general (Art. 2.96).
III	<b>Parques urbanos</b>	Áreas de uso público decretadas por el Gobierno Estatal y los Ayuntamientos en los centros de población para alcanzar y preservar el equilibrio de las áreas urbanas e industriales, entre las construcciones, equipamientos e instalaciones respectivas y los elementos y recursos naturales de manera que se proteja el medio ambiente para la salud, el esparcimiento de la población y los valores artísticos, históricos y de belleza natural que dignifiquen la localidad (Art. 2.89).
IV	<b>Parques municipales</b>	Solo se menciona la categoría, en tanto que la definición corresponderá a las autoridades municipales.
V	<b>Reservas naturales privadas o comunitarias</b>	Podrán ser constituidas de manera voluntaria por sus propietarios o legítimos poseedores sobre cualquier tipo de terreno. Ellos podrán imponer razonablemente las medidas de protección que consideren pertinentes con base en estudios que así lo justifiquen. Una vez constituidas tales áreas el acto de autoridad que las declare deberá ser inscrito en el Registro Público de la Propiedad que corresponda y no se podrá alterar o violar las medidas de protección establecidas para su conservación (Art. 2.97).
VI	<b>Paisajes protegidos</b>	Se constituirán sobre áreas de tipo mixto, naturales, modificadas o cultivadas de valor estético, recreativo o cultural para mantener el paisaje de poblados tradicionales y su entorno, así como en ambientes rurales o semiurbanos que requieran ser preservados y conservados (Art. 2.98).
VII	<b>Zonas de preservación ecológica de los centros de población</b>	Se integran por los parques, corredores, andadores, camellones y, en general, cualquier área de uso público en zonas industriales o circunvecinas de los asentamientos humanos en las que existan ecosistemas en buen estado que se destinen a preservar los elementos naturales indispensables para el equilibrio ecológico y el bienestar de la población de la localidad correspondiente (Art. 2.99).
VIII	<b>Santuarios de agua</b>	Áreas biogeográficas relevantes en la jurisdicción del Estado, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados en los cuales habiten especies representativas de la diversidad biológica estatal o nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, raras, amenazadas o en peligro de extinción en términos de lo regulado por las normas oficiales mexicanas y por las normas técnicas estatales o criterios ecológicos que al efecto emita el Ejecutivo Estatal (Art. 2.93).

Fuente: Elaboración propia en base a CEPANAF, 2014

### **1.10.6 Importancia de las Áreas Naturales Protegidas**

Las áreas protegidas proporcionan una serie de bienes y servicios ecológicos al mismo tiempo que preservan el patrimonio natural y cultural. De la misma forma, pueden proporcionar oportunidades para el desarrollo rural, generar ingresos, crear empleos para investigación, monitoreo, conservación, educación recreación y turismo.

Desde una perspectiva amplia, Toledo (1997) menciona que la importancia de la biodiversidad comprende principalmente tres dimensiones: la biológica, la económica y la cultural. Con relación a la primera, se sabe que cada componente de los diferentes niveles de organización biológica es un reservorio de información evolutiva irremplazable que puede ser objeto de investigación.

En segundo lugar, desde un contexto económico, la diversidad biológica es imprescindible en la suministro de bienes esenciales para la sociedad, ejemplos de tal valor económico son las variedades de especies vegetales y animales domesticadas, las especies silvestres de utilidad medicinal o alimenticia, las materias primas de uso industrial (resinas, maderas, fibras, celulosa, etc.), o los compuestos activos para la industria farmacéutica (anticoagulantes, antivenenos, anticonceptivos, antibióticos, etc.) entre muchos otros.

Por último, desde una perspectiva cultural, la biodiversidad es fuente de inspiración para creencias, subjetividades, mitos y cosmovisiones. Sin duda, las diferentes poblaciones del país han logrado abstraer e interiorizar su entorno de maneras muy específicas dados los cambiantes ecosistemas que se presentan (Toledo, 1997).

Las áreas Naturales Protegidas con extensas superficies de bosque propician una serie de servicios ecológicos de suma importancia.

- ♣ Recarga de acuíferos
- ♣ Preservación de recursos genéticos
- ♣ Producción de oxígeno y captura de carbono y contaminantes
- ♣ Control de inundaciones y desplazamientos de tierra

(Gobierno del Estado de México, 2011)

La CONANP, (2010) propone una herramienta contra el cambio climático que menciona lo siguiente:

Actualmente se reconoce cada vez más a nivel internacional el valor de las ANP como herramientas de mitigación y adaptación al cambio climático. En general, muchos ecosistemas tanto naturales como manejados pueden ayudar a mitigar y reducir la vulnerabilidad al cambio climático; sin embargo, sólo las ANP ofrecen ventajas únicas comparadas con otros instrumentos de conservación. En este sentido las ANP ofrecen:

### **Gobernanza y salvaguardas**

- ♣ Fronteras definidas, que facilitan la estimación de su valor en términos del potencial de captura y almacenamiento de carbono, así como de los servicios ecosistémicos que proveen.
- ♣ Claridad legal, lo que brinda un mecanismo estable y a largo plazo para la administración y manejo de los ecosistemas.
- ♣ Poseen estructuras de gobernanza que les permiten cumplir con un amplio rango de requerimientos sociales y culturales.
- ♣ Poseen un amplio respaldo internacional, ya que son espacios donde se reconocen e implementan acuerdos internacionales como el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), Patrimonio Mundial de la UNESCO, la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar), el Hombre y la Biosfera de la UNESCO y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), entre otras.
- ♣ Experiencia en la implementación de enfoques accesibles y locales que involucran a las poblaciones en una administración efectiva y legítima, que reconoce además los valores culturales y sociales de las poblaciones locales.

## **Permanencia**

- ♣ Están basadas en un compromiso de permanencia y largo plazo en el manejo de ecosistemas y recursos naturales.
- ♣ Visibilidad, al dirigir la atención local, nacional e internacional hacia sitios específicos promueven su protección y permanencia.

## **Efectividad**

- ♣ Efectividad a nivel de paisaje, al integrarse en redes o sistemas de ANP resultan efectivas en términos de conservación de los ecosistemas y los servicios que estos brindan.
- ♣ Al poseer un plan de manejo facilitan una respuesta rápida hacia la generación de nueva información o condiciones relacionadas con el cambio climático.
- ♣ Disponen de personal y equipo que aportan experiencia y capacidad además de conocimiento sobre la forma de gestionar los ecosistemas para generar una gama de servicios vitales para la adaptación al cambio climático.

### **1.11 Marco Jurídico**

En este apartado se incluyen las bases jurídicas a nivel nacional y estatal, para brindar un entendimiento de cómo está ligada la administración de usos de suelo en la creación, protección y modificación de las Áreas Naturales Protegidas del Estado de México.

De igual manera es de gran relevancia mencionar que únicamente se le asigne importancia a todos aquellos artículos que destaquen aspectos relacionados con el cambio de uso de suelo, extracción de recursos naturales y por consiguiente a la misma administración y manejo de las áreas protegidas del Estado de México.

#### **Nivel Nacional**

##### **1.11.1 Ley General De Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

En el capítulo 2 del título primero de la presente ley, llamado; Distribución de competencias y organización, principalmente se establecen artículos en donde se habla de las diferentes facultades que tiene la federación a favor de la vigilancia de las Áreas Naturales protegidas. A continuación, se enlistan los artículos correspondientes.



Tabla 4.- Artículos de LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.

<b>LGEEPA</b>	
<b>Título 1 (Disposiciones Generales), Capítulo 2 (Distribución de competencias y organización)</b>	
<b>Artículos</b>	<b>Resumen</b>
<b>5°</b>	Fracción VIII. Son facultades de la Federación El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia federal.
<b>11°</b>	Suscribir convenios o acuerdos de coordinación entre Distrito Federal, estados y municipios para asumir facultades dedicadas a la administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas, control de residuos peligrosos, evaluaciones de impacto ambiental en obras y actividades, la protección y preservación del suelo, atmosfera, contaminación acústica.

Pasando al capítulo V; Instrumentos de Política Ecológica de la presente Ley, se observa que los artículos de dicho capítulo, en primera instancia reivindican cual es la importancia de creación de las Áreas Naturales Protegidas, subrayando así los distintos beneficios que estas proveen al entorno.

Por otro lado, este capítulo se enfatiza también en la descripción generalizada de cómo es que está integrada un área protegida; sus diferentes categorías en tres niveles jerárquicos; nacional, estatal y municipal. Asimismo, se enfatiza la creación de subzonas, en donde principalmente se identifica y delimita porciones del territorio que conforman las ANPs, con el fin de integrar distintos elementos biológicos, físicos, económicos y sociales para su futura administración.

Tabla 4.- Artículos de LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.

<b>LGEEPA</b>	
<b>Título segundo (Biodiversidad), Capítulo 1 (Áreas Naturales Protegidas), Sección 1 (Disposiciones Generales)</b>	
<b>Artículos</b>	<b>Resumen</b>
<b>45°</b>	Se mencionan los objetivos por los cuales las áreas naturales protegidas son importantes: Preservar ambientes naturales representativos, salvaguardar la diversidad genética, asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, sus elementos, y sus funciones, proporcionar campo propio para investigación científica, proteger entornos naturales, sitios arqueológicos zonas turísticas entre otros.

<b>45°BIS</b>	Las autoridades competentes garantizarán el otorgamiento de estímulos fiscales y retribuciones económicas, con la aplicación de los instrumentos económicos referidos en el presente ordenamiento, a los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos dentro de áreas naturales protegidas.
<b>47°</b>	La Secretaría promoverá la participación de sus habitantes, propietarios o poseedores, gobiernos locales, pueblos indígenas, y demás organizaciones sociales, públicas y privadas, con objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.
<b>47°BIS</b>	<p>Establecimiento de zonas y subzonas:  Zonas Núcleo; Principal objetivo la preservación de los ecosistemas y su funcionalidad a mediano y largo plazo, en donde se podrán autorizar las actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos. Subzonas; De protección, uso restringido.  Zonas de Amortiguamiento: Orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable. Subzonas; De preservación, uso tradicional, aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.</p>
<b>49</b>	En las zonas núcleo de las áreas naturales protegidas quedará expresamente prohibido: Verter o descargar contaminantes en el suelo, interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidráulicos, realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies, Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, ejecutar acciones que contravengan lo dispuesto por esta Ley, la declaratoria respectiva y las demás disposiciones que de ellas se deriven.
<b>46°</b>	<p>Se consideran áreas naturales protegidas: Reservas de la biosfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, santuarios, parques y reservas estatales, zonas de conservación ecológica municipales y áreas destinadas voluntariamente a la conservación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♣ En las áreas naturales protegidas no podrá autorizarse la fundación de nuevos centros de población.</li> <li>♣ En las áreas naturales protegidas queda prohibida la introducción de especies exóticas invasoras.</li> </ul>

<b>Sección III (Declaratorias para el establecimiento, administración y vigilancia de las Áreas Naturales Protegidas)</b>	
<b>65</b>	La Secretaría formulará, dentro del plazo de un año contado a partir de la publicación de la declaratoria respectiva en el Diario Oficial de la Federación, el programa de manejo del área natural protegida de que se trate, dando participación a los habitantes, propietarios y poseedores de los predios en ella incluidos.
<b>66</b>	<p>El programa de manejo de las áreas naturales protegidas deberá contener, por lo menos, lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♣ La descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área natural protegida en diferentes ámbitos</li> <li>♣ Las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo, estableciendo su vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo, así como con los programas sectoriales correspondientes.</li> <li>♣ Los objetivos específicos del área natural protegida.</li> <li>♣ La referencia a las normas oficiales mexicanas aplicables a todas y cada una de las actividades a que esté sujeta el área.</li> <li>♣ Los inventarios biológicos existentes y los que se prevea realizar.</li> <li>♣ Las reglas de carácter administrativo a que se sujetarán las actividades que se desarrollen en el área natural protegida de que se trate.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia en base a la LGEEPA, 2015.

### **1.11.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas**

De acuerdo al artículo 1° del presente reglamento, se tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

En el título segundo, capítulo 1 del presente reglamento, a grandes rasgos menciona como es que se debe comportar la administración de las áreas naturales protegidas, esto conforme a categorías de manejo, decretos de creación, normas oficiales mexicanas, programas de manejo.

A continuación, se muestran únicamente aquellas partes del reglamento que tienen relación con las áreas naturales protegidas.

En el título quinto llamado “De los programas de manejo” se encuentran únicamente tres capítulos, se menciona lo siguiente:

Tabla 5.- Artículos del reglamento LGEPPA en materia de Áreas Naturales Protegidas

<b>Reglamento LGEEPA</b>	
<b>Capítulo 1 (De la formulación del programa de manejo):</b> Formulación de programas de manejo de acuerdo a los términos de la ley, administrando mediante diferentes sectores.	
<b>Artículos</b>	<b>Resumen</b>
73	Promover participación de: Los habitantes, propietarios y poseedores de los predios que conforman el área respectiva, dependencias de la Administración Pública Federal que, por su competencia, pudieran aportar elementos al programa, los gobiernos estatales, municipales y del Distrito Federal, en su caso, y las organizaciones sociales, públicas o privadas, y demás personas interesadas.
<b>Capítulo 2 (Del contenido del programa de manejo):</b>	
74	El programa de manejo de cada área natural protegida, deberá contener lo señalado por el artículo 66 de la Ley, así como la especificación de las densidades, intensidades, condicionantes y modalidades a que se sujetarán las obras y actividades que se vienen realizando en las mismas, en términos de lo establecido en la Ley.
<b>Capítulo 3 (De la modificación del Programa de Manejo)</b>	
77	El programa de manejo será revisado por lo menos cada cinco años con el objeto de evaluar su efectividad y proponer posibles modificaciones.
78	El programa de manejo podrá ser modificado en todo o en parte, cuando éste resulte inoperante para el cumplimiento de los objetivos del área natural protegida.

Fuente: Elaboración propia en base a la LGEEPA, 2015.

Pasando al título sexto (De los usos, aprovechamientos y autorizaciones) del presente reglamento

Tabla 5.- Artículos del reglamento LGEPPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.

<b>Capítulo 1 (De los usos y aprovechamientos permitidos y de las prohibiciones)</b>	
81	En las áreas naturales protegidas sólo se podrán realizar aprovechamientos de recursos naturales que generen beneficios a los pobladores que ahí habiten y que sean acordes con los esquemas de desarrollo sustentable.

<b>87</b>	De acuerdo con la declaratoria podrán establecerse las siguientes prohibiciones, salvo que se cuente con la autorización respectiva: Cambiar el uso del suelo de superficies que mantengan ecosistemas originales, molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre o sus productos, trasladar especímenes de poblaciones nativas de una comunidad biológica a otra, dañar, cortar y marcar árboles.
-----------	--

Fuente: Elaboración propia en base al reglamento de la LGEEPA, 2015.

### **1.11.3 Código de la Biodiversidad del Estado de México**

El Código para la Biodiversidad del Estado de México, tiene como intención primordial agrupar sistemáticamente todas las disposiciones jurídicas en materia ambiental que se encuentran dispersas para dar unidad a los principios, instituciones y órganos en materia ambiental y restituir el reconocimiento que se le debe dar a esta rama del derecho como una parte del Derecho que, penosa y escasamente es poco conocida (Código para la Biodiversidad del Estado de México, 2005).

No obstante, el Estado de México, se caracteriza por ser industrial y al mismo tiempo un estandarte internacional de zonas naturales representativas de la mega diversidad mexicana y que las mismas deben ser conservadas, restauradas y protegidas, teniendo siempre presente el desarrollo sostenible (Código para la Biodiversidad del Estado de México, 2005).

El Código para la Biodiversidad del Estado de México, tendrá como intención primordial reconocer que la Biodiversidad es un universo que abarca absolutamente a cada una de las actividades humanas, tanto las sociales, privadas, públicas, biológicas, químicas, físicas, políticas, económicas; es decir habar de medio ambiente es referirnos siempre a su contenido holístico, (englobador, continente) (Código para la Biodiversidad del Estado de México, 2005).

De acuerdo al libro segundo “Del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y el fomento al desarrollo sostenible” título primero, capítulo 1 del presente código, En su artículo 2.2 fracción VIII se menciona que “La creación, regulación, vigilancia y administración de las áreas naturales protegidas que el presente Código prevé con la participación de las autoridades municipales que correspondan.

Asimismo, en la fracción XVII se menciona que la regulación de las áreas naturales que tengan un valor escénico o de paisaje para protegerlas de la contaminación visual.

Tabla 6.- Código para la biodiversidad del Estado de México en materia de Áreas Naturales Protegidas

<b>Capítulo IV “De las facultades de las autoridades municipales”</b>	
<b>Artículos</b>	<b>Resumen</b>
<b>2.9</b>	Corresponden a las autoridades municipales del Estado en el ámbito de su competencia las siguientes facultades: Sección IX: Crear y administrar zonas de preservación y conservación ecológica de los centros de población, parques urbanos, jardines públicos y demás áreas de su competencia previstas por este Libro.

**Título segundo “De la política ambiental y sus instrumentos”**

<b>Capítulo 1.- Disposiciones generales</b>	
<b>Artículos</b>	<b>Resumen</b>
<b>2.35</b>	Se menciona que la aplicación de los instrumentos previstos en este libro en materia ambiental se hará considerando una serie de principios, que en este caso únicamente se integraran aquellos que tengan relación con ANP: II.-Los ecosistemas, elementos, recursos naturales y bienes ambientales deberán ser aprovechados de forma eficiente, de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida compatible con su equilibrio e integridad, sin ponerlos en riesgo; por lo que las autoridades y la sociedad, deben asumir en corresponsabilidad la protección del ambiente, así como la conservación, restauración y manejo de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad del aire.

	<p>V.-Se debe considerar a la prevención, como el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos, el daño a la biodiversidad y el deterioro ambiental.</p> <p>VII.- El aprovechamiento y uso de los elementos naturales y recursos naturales renovables, deberá realizarse de manera que se asegure el mantenimiento de su diversidad, variabilidad y sostenibilidad.</p> <p>VIII.- Los elementos y recursos naturales no renovables, serán utilizados de manera que no se ponga en riesgo su existencia suficiente reduciendo la realización de aquellas actividades que impliquen peligro de agotamiento de los mismos y la generación de efectos ecológicos y ambientes adversos.</p> <p>XVI.- La adecuada preservación, restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente, al desarrollo sostenible, se establecerá a través de políticas sociales y económicas encaminadas a la internalización de costos ambientales, a combatir la pobreza, a la falta de oportunidades educativas y de trabajo buscando la participación social en la toma de decisiones ambientales.</p>
--	--

Fuente: Elaboración propia en base al Código de la Biodiversidad del Estado de México

### **Titulo tercero “De la diversidad biológica, los recursos naturales y las áreas naturales”**

En esta parte del presente código, a grandes rasgos se muestra cuáles son las distintas obligaciones que tiene que emprender el Estado de México para salvaguardar su diversidad biológica, mediante acciones de preservación. Asimismo, se menciona que toda zona del Estado de México será considerada bajo algún criterio de protección, sin embargo, esto obedeciendo a los objetivos de creación de las Áreas Naturales Protegidas mencionadas en este código.

Tabla 6.- Código para la biodiversidad del Estado de México en materia de Áreas Naturales Protegidas.

<b>Capítulo 1.- De la preservación, restauración y protección de las áreas naturales protegidas</b>	
<b>Articulos</b>	<b>Resumen</b>
<b>2.82</b>	Es obligación de las autoridades estatales y municipales, de las personas, organizaciones de los sectores social o privado y comunidades actuar para la preservación, conservación, remediación, rehabilitación, recuperación, restauración y protección de las áreas naturales protegidas, la diversidad biológica y sus ecosistemas dentro del territorio del Estado.
<b>2.83</b>	Toda zona del territorio del Estado será considerada objeto de preservación, restauración y protección particularmente aquellas áreas naturales protegidas en las que los ambientes originales no hayan sido significativamente alteradas por la actividad del ser humano o aquellas que a pesar de haber sido ya afectadas requieran por su especial relevancia para la Entidad o su población. Para tal efecto las autoridades emitirán las declaratorias de protección correspondientes para el área de que se trate en las que no podrá permitirse la realización de actividades, usos o aprovechamientos distintos de aquellos que se encuentren expresamente contemplados en el programa de manejo que para el efecto se emita de conformidad con el decreto correspondiente y de acuerdo con lo establecido en el presente Libro.
<b>2.86</b>	El establecimiento de áreas naturales protegidas tiene por objeto: <ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos, biológicos y ecológicos que se tutelan en este Código y demás disposiciones que del mismo emanen.</li> <li>♣ Preservar y conservar los ambientes naturales dentro de las zonas de los asentamientos humanos y su entorno para contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.</li> <li>♣ Asegurar que el aprovechamiento racional de los ecosistemas y sus elementos, así como el cuidado de la biodiversidad del territorio del Estado que se realice de manera sostenible garantizando la preservación de las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables mismas que en ningún caso serán objeto de aprovechamiento para fines comerciales.</li> </ul>

Continuación de tabla 6.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Proteger sitios escénicos para asegurar la calidad de la biodiversidad, del medio ambiente, fomentar y promover el turismo sostenible como parte de los servicios ambientales.</li> <li>♣ La restauración, remediación y rehabilitación de los ecosistemas, especialmente los más representativos y aquellos que se encuentren sujetos a procesos de deterioro o degradación de urgente rescate y recuperación.</li> </ul>
--	---

## SECCIÓN SEGUNDA DE LAS CATEGORÍAS Y REGÍMENES DE PROTECCIÓN ESPECIAL DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Artículos	Resumen
<b>2.87</b>	En los términos del presente Libro las áreas naturales protegidas a que se refiere este Capítulo podrán ser materia de protección como reservas ecológicas para los propósitos, efectos y modalidades que en el presente Ordenamiento y en el Reglamento que para el efecto expida la Secretaría donde se precisen mediante la imposición de las limitaciones que determinen las autoridades competentes y las leyes aplicables, las zonas que serán consideradas como áreas naturales protegidas y de interés público.
<b>2.88</b>	Se consideran áreas naturales protegidas: <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Las reservas estatales.</li> <li>II. Los parques estatales.</li> <li>III. Los parques urbanos.</li> <li>IV. Los parques municipales.</li> <li>V. Las reservas naturales privadas o comunitarias.</li> <li>VI. Los paisajes protegidos.</li> <li>VII. Las zonas de preservación ecológica de los centros de población.</li> <li>VIII. Los santuarios del agua.</li> <li>IX. Las que determinen otras disposiciones aplicables.</li> </ol>

<p><b>2.94</b></p>	<p>Con el propósito de preservar el patrimonio natural en la Entidad la Secretaría podrá celebrar acuerdos de concertación con grupos sociales y particulares interesados para facilitar el logro de los fines para los que se hubieren establecido las áreas naturales protegidas en el Sistema Estatal.</p>
<p><b>2.95</b></p>	<p>En las áreas naturales protegidas del Estado quedará expresamente prohibido:</p> <p>I. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante en la que no se internalicen los costos ambientales y no se aprueben programas de restauración específicos a cada actividad.</p> <p>II. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidráulicos.</p> <p>III. Realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres sin la autorización correspondiente.</p> <p>IV. Ejecutar acciones que contravengan lo dispuesto por el presente Libro, la declaratoria respectiva y las demás disposiciones que de ellas se deriven y demás ordenamientos aplicables.</p>
<p><b>2.96</b></p>	<p>Los parques estatales se constituirán, tratándose de representaciones biogeográficas a nivel estatal de uno o más ecosistemas que tengan importancia por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico y por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo sostenible o bien por otras razones análogas de interés general.</p>
<p><b>2.97</b></p>	<p>Las reservas naturales privadas o comunitarias podrán ser constituidas de manera voluntaria por sus propietarios o legítimos poseedores sobre cualquier tipo de terreno. Ellos podrán imponer razonablemente las medidas de protección que consideren pertinentes con base en estudios que así lo justifiquen.</p>
<p><b>2.98</b></p>	<p>Los paisajes protegidos se constituirán sobre áreas de tipo mixto, naturales, modificadas o cultivadas de valor estético, recreativo o cultural para mantener el paisaje de poblados tradicionales y su entorno, así como en ambientes rurales o semiurbanos que requieran ser preservados y conservados.</p>

Continuación de tabla 6.

<b>2.99</b>	Las zonas de preservación ecológica de los centros de población se integran por los parques, corredores, andadores, camellones, y en general cualquier área de uso público en zonas industriales o circunvecinas de los asentamientos humanos en las que existan ecosistemas en buen estado que se destinen a preservar los elementos naturales indispensables para el equilibrio ecológico y el bienestar de la población de la localidad correspondiente.
<b>2.100</b>	Las zonas de restauración ecológica se constituirán en lugares donde se presenten procesos acelerados de deterioro del suelo que impliquen la pérdida de elementos y recursos naturales de difícil regeneración, recuperación o afectaciones irreversibles a los ecosistemas o a sus elementos.

Fuente: Elaboración propia en base al Código para la biodiversidad del Estado de México.

## **Capítulo 2 Caracterización de zona de estudio**

El presente capítulo de este trabajo, introduce de manera general las bases teóricas necesarias para adquirir un conocimiento que permita el entendimiento de las principales características de la zona objetivo, y así obtener una definición mas clara de como abordar los objetivos planteados. Sin embargo, dicho capítulo tiene un enfoque más descriptivo en el cual, se da a conocer las principales características físicas, así como todas aquellas relacionadas con su medio natural de la zona de estudio.

## **2.1 Localización geográfica**

El Estado de México se localiza en la parte más alta de la Altiplanicie Mexicana, entre los 18°22' - 20°17' latitud norte y 98°36' - 100°37' longitud oeste. Al norte limita con los estados de Hidalgo y Querétaro; al sur con Morelos, Guerrero y Distrito Federal; al este con Puebla y Tlaxcala; y al oeste con Guerrero y Michoacán. Su superficie es de 2 249 995 ha, que representan apenas el 1% de la superficie nacional (GEM, 1999); posee 125 municipios, con una población de 14 007 495 habitantes, equivalente al 13.6% del nacional (INEGI, 2006<sup>a</sup>).

## **2.2 Hipsometría**

La mayor parte del territorio mexiquense se localiza en la parte central de la meseta de Anáhuac o Eje Volcánico Transversal, conectada con las cadenas de Sierra Madre occidental y Sierra Madre oriental al sur de la ciudad de México, con un extenso sistema de ríos y lagos, comprende los Valles de México, Toluca, parte del Valle de Puebla y las cadenas montañosas de Sierra Nevada, Monte de las Cruces, Monte Alto y Cumbres Occidentales (CEPANAF, 2014).

Su territorio está caracterizado por la presencia de regiones montañosas abruptos y escarpados valles intermontanos, lomeríos y llanuras, con una diferencia altitudinal que va desde los 300 metros sobre el nivel del mar (msnm) en límites con el estado de Guerrero, hasta más de 5,500 msnm en la cima del volcán Popocatepetl.

En su territorio se ubican tres de las cinco montañas más altas del país: los volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl (5,220 msnm) y Xinantécatl o Nevado de Toluca (4,680 msnm); aunque también destacan el Cerro del Mirador con 4 120 msnm, el Telapón con 4 060 msnm, Cerro Atlamasha con 3,980 msnm y Cerro Jocotitlán con 3,910 msnm. Fisiográficamente el 75.5% de la superficie estatal corresponde a la provincia del Eje Neovolcánico Transversal, y el 24.5% restante a la Sierra Madre del Sur (INEGI, 1987<sup>a</sup>, citado en Ceballos y otros, 2009).

Las Sierras de Monte Alto, Las Cruces, Zempoala, Valle de Bravo, Donato Guerra, Temascaltepec, El Oro, y Nevada, así como las faldas de los volcanes

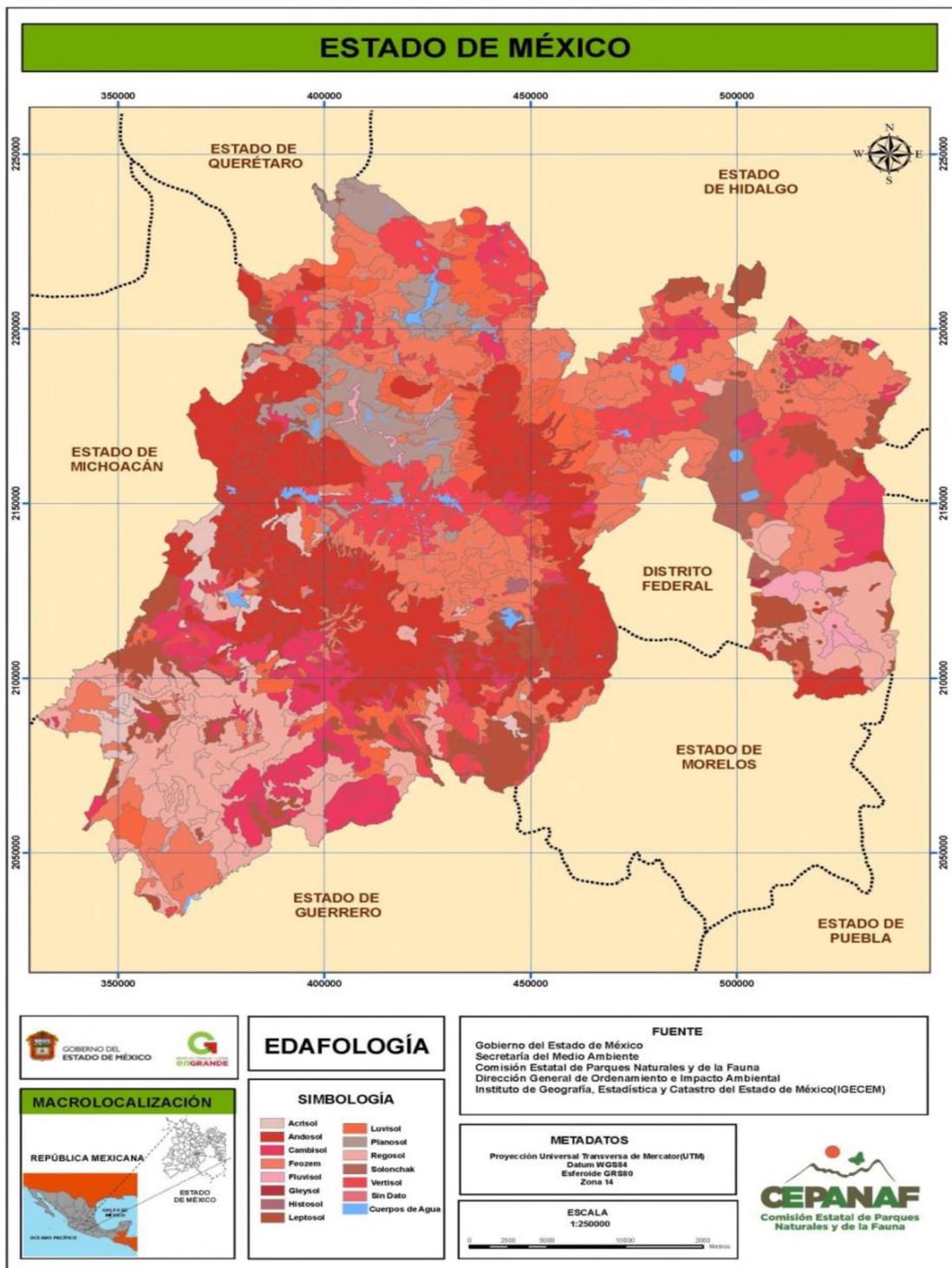
Iztaccíhuatl, Popocatepetl y Nevado de Toluca, están cubiertas por bosques de coníferas; en las sierras del noroeste del Estado, entre El Oro, Aculco, Jocotitlán, Villa de Carbón y Jilotepec, se encuentran extensos bosques de encinos; comunidades de matorrales prosperan en el clima templado seco de las planicies y lomeríos del noroeste y noreste, en Soyaniquilpan, Polotitlán, Otumba, Teotihuacán, y la Sierra de Guadalupe, y hacia el sur, en la cuenca del Balsas, aparece la selva baja caducifolia (Rosas-Hernández, 2007).

### **2.3 Edafología**

Las condiciones geológicas, topográficas y climáticas del Estado de México propician una gran variedad de suelos, los cuales están representados por 13 grupos edáficos de los 38 establecidos en el mapa mundial de suelos de FAO-UNESCO. En poco más de la mitad del territorio estatal (56.7%) están presentes tres grupos de suelo: feozem (24.1%), andosol (20.7%) y regosol (11.9%); el resto de la superficie está representado por otros 10 grupos edáficos, lo cual establece la gran diversidad de suelos y la complejidad para uso y manejo.

El grupo de los feozem, localizados en planicies, se caracterizan por suelos aptos para la agricultura, asimismo aquellos localizados en laderas o pendientes pronunciadas se emplean en actividades pecuarias. Los andosoles son suelos que se han formado a partir de ceniza volcánica; su textura es muy suelta por lo que tienen una gran susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica; su uso en la ganadería y agricultura es poco redituable. Los regosoles son suelos formados por material suelto, con frecuencia son someros y pedregosos; su aptitud para la agricultura es moderada, se localizan en zonas montañosas y lomeríos. (GEM, 2003, citado en GEM, 2007).

Mapa 1.- Tipos de suelo, Estado de México



Fuente: (CEPANAF, 2014)

## **2.4 Usos de suelo**

Más de la mitad de la superficie del estado se dedica a la agricultura, dominando ampliamente el cultivo del maíz y posteriormente el de frijol, cebada, avena y papa; con casi un 13% se ubican a los pastizales y alrededor del 27% está ocupado por bosques de tipo templado como bosques de coníferas (pino, oyamel y junípero, entre otros), bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, así como sus respectivas asociaciones. Aún se reconoce cerca de 5% de superficie ocupada con selva baja caducifolia propia de la cuenca del Balsas y 0.5% de matorral propio de los límites con los estados de Hidalgo y Querétaro (Ceballos y otros, 2009).

## **2.5 Medio Natural**

México como país ocupa uno de los cinco primeros lugares en el mundo por su grado de riqueza de especies y en particular por su número de endemismos, se puede decir que en México se encuentra menos del 10% de la diversidad terrestre del planeta (Mittlemeier y Goettsch, 1992, citado en: CONABIO, 2014).

El país está dividido en dos grandes regiones bióticas con características muy contrastantes: la región Neártica (templada) y la Neotropical. Sus límites entre una y otra se localizan aproximadamente a partir del paralelo 19°N y sur y que coincide con el eje Neovolcánico al norte y sur respectivamente. Ambas regiones presentan ambientes secos y húmedos.

En la zona templada (Neártica) los ambientes secos están representados por zonas áridas, mientras que en los húmedos se encuentran bosques húmedos y pastizales. En la región tropical (Neotropical) los ambientes secos están representados por las selvas secas y los matorrales espinosos, y los ambientes húmedos por las selvas altas y medianas perennifolias (INEGI, 2014).

La ubicación del Estado de México es determinante en la definición de su biodiversidad. La historia geológica, relieve, topografía y régimen climático tan heterogéneos le confieren cualidades especiales para el desarrollo de una amplia biodiversidad en un territorio que apenas representa el 1% de la superficie nacional (Ceballos y otros, 2009).

Asimismo, el Estado de México se caracteriza, entre otros aspectos, por encontrarse entre dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical, lo cual ha dado lugar a la existencia de diversas formas de vida, tiene diferentes tipos de vegetación entre los que se encuentran bosque templado (pino, encino, oyamel y mesófilo), selva baja caducifolia, vegetación xerófila o de zonas

áridas, pastizales, vegetación acuática (tulares y riparia) y halófila (SEMARNAT, 2007).

## **2.6 Vegetación**

Los tipos de vegetación del Estado de México consisten en bosques de pino, de encino, de oyamel, bosques mesófilos de montaña, matorrales xerófitos, selva baja caducifolia, pastizales naturales, pastizales de alta montaña y vegetación acuática. A continuación, se describen algunas características más importantes de cada uno de estos (SEMARNAT, 2007).

### **Bosque de pino**

Los pinares, o bosque de pino, ubicados en altitudes desde 2,350 hasta 4,000 msnm, son comunidades principalmente compuestas por diferentes especies de pinos. Son comunidades características de las sierras sin llegar a ser el tipo de vegetación predominante. El bosque de pino suele estar asociado con el oyamel (*Abies religiosa*) para formar rodales en los que ni el *Pinus* ni el *Abies* resultan claramente dominantes, asimismo, tienden a estar asociados con especies de encino para formar bosques de pino-encino, por lo que resultan menos frecuentes los rodales constituidos exclusivamente por el género *Pinus*. Las especies corresponden a los géneros *Quercus*, *Abies*, *Alnus*, *Buddleia* y *Arbutus*; en el estrato herbáceo contiene principalmente especies de las familias *Asteraceae* y *Gramineae*.

### **Bosque de Encino**

Los bosques de encino prosperan entre 1 500 y 3 000 msnm, en laderas abiertas y escarpadas, ocupando suelos que varían desde rocosos hasta profundos. Extendiendo sus dominios, los encinares penetran a lo largo de las cañadas hacia las zonas templadas, áridas y tropicales.

El estrato más importante es el arbóreo con alturas entre los 15 y 25 metros, las especies dominantes pertenecen a *Quercus rugosa*, *Q. laeta* y *Q. mexicana*, acompañadas por especies de los géneros *Arbutus*, *Buddleia*, *Alnus* y *Cupressus*. La presencia o ausencia de un estrato arbustivo bien definido está relacionado con el manejo que se le dé al bosque en cada sitio; así, por ejemplo, en áreas donde se extrae madera o en sitios perturbados el estrato arbustivo se encuentra poco representado o no existe. El estrato arbustivo está constituido por distintas especies de las familias *Compositae*, *Labeate*, *Graminae* y *Leguminosae* que resultan las más importantes.

## **Bosque de oyamel**

El bosque de oyamel tiene una distribución más restringida, principalmente en lugares de clima frío. Los únicos bosques extensos de este tipo en el Estado forman un cinturón muy denso en las proximidades de la Marquesa, la Sierra de las Cruces y en Zempoala. Son bosques muy húmedos, ubicados en cañadas o laderas entre los 2,800 y 3,400 metros de altitud. La especie dominante es el oyamel, también llamado abeto (*Abies religiosa*), árbol que llega a alcanzar 30 metros de altura.

Esta comunidad vegetal presenta un ecotono con el bosque de pino, por lo que es común encontrar cinturones donde las especies de *Pinus* se encuentran mezcladas con las de oyamel. Dentro del estrato herbáceo, las familias mejor representadas son *Asteraceae* y *Gramineae*.

## **Bosque mesófilo de montaña**

Los bosques mesófilos de montaña están restringidos a cañadas y laderas abruptas, muy protegidas y húmedas. Su distribución en el Estado es sumamente limitada; se les encuentra entre los 1,900 y 2,500 metros de altitud, en las laderas del Popocatepetl, así como en los municipios de Sultepec, Temascaltepec y Valle de Bravo. Fisonómicamente es un bosque denso, con árboles de entre 15 y 20 m de altura; presenta un estrato arbóreo bajo, así como un estrato arbustivo bien definido. El estrato herbáceo resulta exuberante, con un gran número de diferentes especies. La cantidad de briofitas y pteridofitas es elevada, y hay gran abundancia de trepadoras, entre ellas *Rhus sp.* y epífitas de las familias *Orchidaceae*, *Piperaceae* y *Bromeliaceae*. Dentro del estrato arbóreo destacan especies de los géneros *Quercus*, *Clethra* y *Prunus*. Este tipo de comunidad está expuesto a una intensa presión y ha sido eliminado por la extracción de madera.

## **Matorral xerófilo**

Los matorrales xerófilos son comunidades de clima templado seco y prosperan en las planicies, lomeríos y serranías, desde altitudes desde 2,400 hasta 3,100 msnm, en suelos poco desarrollados, pedregosos o tepetatosos. En este tipo de vegetación dominan arbustos no mayores a 5 metros de altura, de hojas muy reducidas, o incluso, reducidas a espinas, están adaptados para evitar la pérdida de agua debido a las altas temperaturas del ambiente. Es frecuente encontrar especies de la familia de las cactáceas como los nopales y cardones (*Opuntia spp.*), otras especies como la cenicilla (*Zaluzania augusta*), uña de gato (*Mimosa aculeaticarpa biuncifera*), sangre de drago (*Jatropha dioica*), magueyes (*Agave spp.*) y los isotos (*Yucca filifera*). Dentro de las especies arbóreas son comunes

las especies de pirul (*Schinus molle*) y de mezquite (*Prosopis glandulosa glandulosa*).

### **Selva baja caducifolia**

La selva baja caducifolia se caracteriza porque las especies arbóreas pierden las hojas en la época seca del año. Se desarrolla en altitudes que van desde 1,300 hasta 1,900 msnm, pero de manera más frecuente no sobrepasan la cota 1,500. Se presenta a menudo sobre suelos someros y pedregosos en laderas de cerros. Algunas de las especies más representativas consisten en copales (*Bursera fagaroides*, *Bursera jorullensis*, *Bursera trimera*), huizache (*Acacia farnesiana*), casahuate (*Ipomoea wolcottiana*), tepehuales (*Lysiloma acapulcensis*), amate amarillo (*Ficus petiolaris*), entre otras.

### **Pastizales naturales**

Los pastizales naturales se localizan en la zona norte de la entidad y se refieren a las comunidades vegetales en las que predominan las gramíneas, por lo que incluye biocenosis diversas en lo relativo a su composición florística, sus condiciones ecológicas, su fisonomía y su dependencia de las actividades humanas. Mientras que la presencia de algunas plantas está claramente determinada por el clima, otras son favorecidas por las condiciones del suelo o por la actividad de pastoreo. Su altura varía entre 20 y 70 cm, pero, debido al intenso pastoreo, casi siempre son mucho más bajos. Su color es amarillento pálido y sólo reverdecen en la época más húmeda. Su cobertura es rasante, con un sólo estrato herbáceo, formado por plantas rastreras. Los géneros *Bouteloua*, *Andropogon*, *Aristida*, *Cynodon*, *Eragrostis* y *Stipa* son los más representativos.

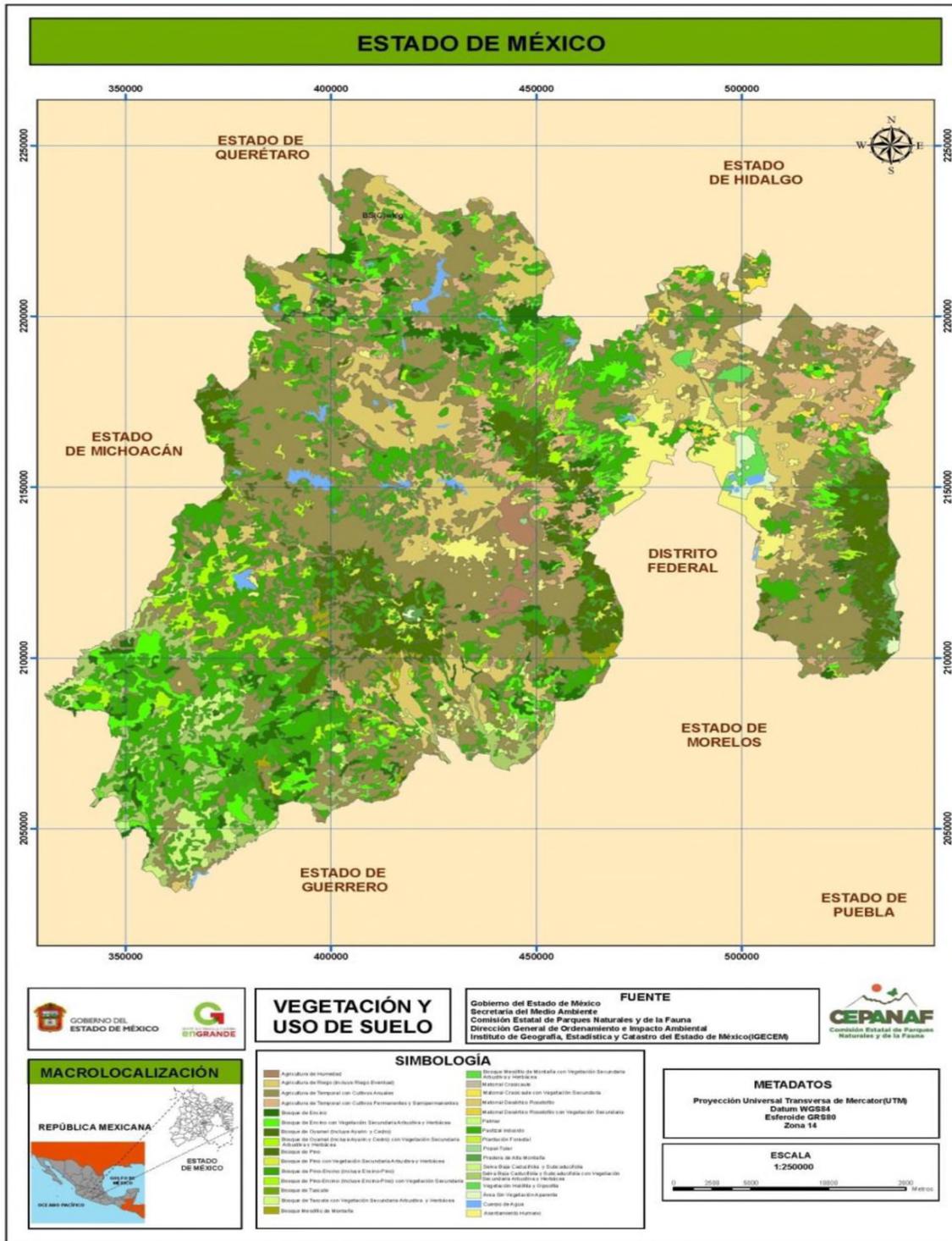
### **Pastizales de alta montaña**

Los pastizales de alta montaña, llamados también zacatonal alpino o pradera de alta montaña, es una comunidad de plantas arrosetadas o amacolladas menores a un metro de alto; que crece en lugares fríos por encima del límite de la vegetación arbórea, en altitudes que superan 3,000 msnm, por lo que su distribución se circunscribe al Nevado de Toluca y la Sierra Nevada. Entre las especies más conspicuas están: *Agrostis tulecensis*, *Eryngium bomplandi*, *Arenaria lanuginosa*, *Calamagrostis tulecensis*, *Cirsium nivale*, *Festuca livida*, *Lupinus montanus*, *Trisetum virletii* y *Muhlenbergia montana*.

## **Vegetación acuática**

Dentro de la vegetación acuática destacan los humedales, ecosistemas muy importantes con comunidades compactas de plantas acuáticas de la familia Typhacea (tifas), Ciperácea (escobilla) y Juncácea (tules), siendo características las especies *Typha latifolia* y *Scirpus lacustris*. Este tipo de vegetación compone a las Ciénegas de Lerma ubicadas en los municipios de Lerma, Tianguistenco, Almoloya del Río, Capulhuac, San Mateo Atenco, Metepec y Texcalyacac. En las orillas de los humedales también es posible observar vegetación riparia como el sauce (*Salix lasyolepis*), el ahuejote (*Salix bomplandiana*) y el ahuehuate (*Taxodium mucronatum*).

Mapa 2.- Vegetación y uso de suelo, Estado de México



Fuente: (CEPANAF,2014)

## **2.7 Tenencia de la tierra**

Se cuenta con 1,037 ejidos que abarcan una superficie de 897,491.080 ha, en tanto que las comunidades agrarias suman 196 núcleos con una superficie de 374 301 ha. En síntesis, la propiedad social de la tierra en el Estado de México es de 1 271,792 ha y se encuentran casi equitativamente en la cuenca del Balsas y de Lerma, y en menor medida en la cuenca del Alto Pánuco (INEGI, 2006j, citado en Ceballos y otros, 2009).

De las 1,209 propiedades sociales identificadas que representan el 98% del total, en el 96.8% de los casos se practica algún tipo de actividad agrícola; en el 58.7% se desarrolla algún tipo de actividad ganadera, predominantemente extensiva; en el 20.3% se realizan actividades de tipo forestal y en el 18.8% se realiza la recolección de diversos productos forestales. Los municipios donde se concentra la práctica forestal son Temascaltepec, San Felipe del Progreso, Valle de Bravo y Amanalco, tres de ellos pertenecientes a la cuenca del Balsas y sólo San Felipe del Progreso, a la cuenca del Lerma (INEGI, 2006k, citado en Ceballos, 2009).

## **Capítulo 3.- Resultados**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la respectiva identificación de la cobertura vegetal en las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal del Estado de México, atendiendo de antemano el total de remanente de vegetación en dichas áreas. Asimismo, y para cuestiones prácticas el producto del respectivo análisis, se encuentra representado por gráficas y tablas donde se plasma la resolución final de los objetivos de creación de este trabajo, por lo tanto, se presenta de manera jerárquica las ANPs conforme a sus características administrativas, esto con el fin de conocer cuales áreas le competen a la federación y al estado.

Las Áreas Naturales Protegidas localizadas en el Estado México, actualmente son administradas en dos ámbitos distintos: Competencia federal (CONANP) y competencia estatal (CEPANAF), sumando así (92) área protegidas con un total de 1'006,913.14 hectáreas. Es la entidad con el mayor número de ellas en el país. Suman un total que representan aproximadamente el 44.77% del territorio estatal (CEPANAF, 2014).

Nota: En las tablas 7–11, se observa el total de ANPs, categoría y su respectivo nombre. A manera de referencia y para dejar en claro la oficialidad de cada ANP, se integra el criterio “superficie oficial decretada” (proporcionada por CEPANAF). Para la obtención de resultados exclusivamente se utiliza el criterio “superficie medida” (calculada mediante el sistema QGIS), esto con el fin de mantener insumos y productos integrados en una sola fuente.

**Tabla 7.- Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal**

Número de ANP	Categoría	Nombre	Superficie decretada (hectáreas)	Superficie medida (hectáreas)
1	Reservas de la Biosfera	Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca	56,259.00	55076.82
9	Parques Nacionales	Bosencheve	15,000.00	14553.23
		Desierto del Carmen o Nixcongo	538.47	538.47
		Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla “La Marquesa”	1,760.00	1737.04
		Iztaccihuatl-Popocatepetl	39,819.17	39,819.08
		Lagunas de Zempoala	4,790.00	4,658.80
		Los Remedios	400.00	400.06
		Molino de Flores	50.22	50.91
		Sacromonte	45.00	43.61
		Zoquiapan y Anexas	19,418.00	18,237.56

Continuación de tabla 7

1	Áreas de Protección de Recursos Naturales	Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec	148,843.04	141,478.16
2	Áreas de Protección de Flora y Fauna	Ciénegas de Lerma	3,023.95	3,027.56
		Nevado de Toluca	53,590.67	53,913.31

**Tabla 8.- Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal, Parques Estatales**

Número de ANP	Categoría	Nombre	Superficie decretada (hectáreas)	Superficie medida (hectáreas)
31	Parques Estatales	Alameda Poniente San José de La Pila	176.33	173.77
		Atizapan Valle Escondido de los Ciervos	300.00	305.43
		Cerro Cualtenco	193.33	196.62
		Cerro el Faro y los Monos	44.86	44.86
		Cerro Gordo	2915.04	2,915.04
		Centro Ceremonial Mazahua	19.03	19.10
		Chapa de Mota	6,215.00	6,364.23
		Parque Natural El Llano (Canalejas)	101.89	91.06
		El Ocotal	122.14	124.24
		Oso Bueno	15,238.00	15,299.44
		Naucalli	53.23	52.03
		Hermenegildo Galeana	340.37	377.10
		Isla de las Aves	127.51	148.61
		José María Velasco	2.93	3.24
		Lic. Isidro Fabela	3,701.00	3,650.18
		Metropolitano de Naucalpan	132.86	116.17
		Nahuatlaca-Matlazincá	27,878.00	28,019.64
		Otomi-Mexica	105,844.13	106,994.63
		Parque Natural de Recreación Popular Sierra Nanchititla	67,410.00	65,252.60
		Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo Sierra Hermosa	618.00	617.44
Tenancingo-Malinalco-Zumpahuacán	25,966.00	33,862.04		

Continuación de tabla 8

		Parque Ecológico. Zoológico, Recreativo y Turístico Tollocan-Calimaya (Zoológico)	159.22	159.31
		San José Chalco	16.93	16.97
		Sierra de Guadalupe	5,293.40	5,284.10
		Sierra de Tepetzotlan	9,768.20	9,768.20
		Sierra Morelos	1,255.09	1,259.10
		ZPF Monte Alto	476.00	565.88
		ZPF Cerro Colorado		100.17
		Sierra de Patlachique	3,077.25	3,008.69
		Grutas de la Estrella	4.01	4.36

**Tabla 9.- Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal, Santuarios del Agua**

17	Santuarios del Agua	Santuario del Agua Presa Corral de Piedra	3,622.70	3,622.72
		Santuario del agua Laguna de Zumpango	20,108.79	20,108.87
		Santuario del agua Valle de Bravo	15,365.23	15,365.30
		Santuario del agua Lagunas de Xico	1,556.55	1,556.56
		Santuario del agua Manantiales de Tiacaque	2,193.26	29.38
		Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria	46,772.50	47,621.39
		Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	71,024.37	71,022.81
		Santuario del Agua Manantiales Cascada Diamantes	7,054.95	7,054.98
		Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlahutla Ecatzingo	9,152.37	9,152.42
		Santuario del Agua y Forestal Presa de Guadalupe	1,750.38	1,750.39
		Santuario del Agua y Forestal Presas Brockman y Victoria	1,564.60	1,564.61
		Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo Temoaya	25,220.33	25,220.44
		Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo	12,657.94	12,657.99

Continuación de tabla 9

		Santuario del Agua y Forestal Presa Taxhimay	8,253.33	82,53.37
		Santuario del Agua y Forestal Presa Antonio Alzate	11,529.83	11,529.88
		Santuario del Agua y Forestal Presa Nado	4,313.29	43,13.31
		Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila	55,505.62	53,505.84

**Tabla 10.- Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal, Reserva Ecológica Estatal**

10	Reservas Ecológicas Estatales	Área Natural Protegida Sujeta a Conservación Ambiental Barrancas del Huizachal, del Arroyo Santa Cruz y del Arroyo Plan de la Zanja	76.71	59.86
		Área Natural Protegida Sujeta a Conservación Ambiental de las barrancas Río la Pastora, Río de la Loma y Río San Joaquín	129.77	128.82
		Zona Sujeta a Conservación Ambiental Espiritu Santo	234.01	229.38
		Malpaís de Santo Tomas de los Platanos	145.04	144.20
		Reserva Ecológica Estatal La Cañada	5.00	5.00
		Sistema Tetzocotzingo	7,810.95	7,811.01
		Tiacaque	6.74	29.38
		Zona Sujeta a Conservación Ambiental Barrancas de Tecamachalco	15.42	14.90
		Zona de Recursos Naturales Río Grande San Pedro	91,578.00	88495.47
		Zona Sujeta a Conservación Ambiental Barranca México 68	1.15	3.90

**Tabla 11.- Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal, Parques municipales**

5	Parques Municipales	Parque Municipal de Recreación Popular Calvario de Metepec	21.17	21.18
		Parque Municipal Lagunas de Chignahupan	77.32	73.80
		Las Sequoias		8.01
		Tecula	83.00	880.17
		Tlalnepantla	4.21	4.19

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, al momento de realizar el respectivo trabajo de tesis, únicamente se indaga en la utilización de ANPs de competencia Federal, debida a los siguientes criterios:

- ♣ Mantienen un carácter de mayor practicidad de acuerdo a su tamaño (mayor superficie) y presencia de cobertura vegetal.
- ♣ Tienen más oportunidades de mantener un carácter de conservación, debido a que varias categorías como: Áreas de Protección de Flora y Fauna (Nevado de Toluca, Ciénegas de Lerma), distintos Parques Nacionales (Izta-Popo, Lagunas de Zempoala) así como también Reservas de la Biosfera (Mariposa Monarca) son representativas del Estado de México debido a su carácter histórico, importancia ambiental, cultural y turística. Por lo tanto, existe mayor relevancia económica en este tipo de categorías, traduciéndose así en mayor conservación.
- ♣ Existe mayor bibliografía referente a temas ambientales, culturales, turísticos, por lo cual, contribuye directamente al entendimiento de las ANPs mencionadas y por consiguiente se profundiza en la interpretación y presentación de resultados.
- ♣ Se busca resaltar la importancia ambiental e impulsar la creación de futuras acciones de conservación en ANPs de competencia federal, esto debido a que de las trece ANPs federales, cuatro de estas (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Parque Nacional Izta-Popo y Parque Nacional Lagunas de Zempoala) cuentan con su respectivo programa de manejo. Sin embargo, se excluye el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca que cuenta con programa de manejo elaborado, pero aun sin publicar. Lo que pone en entredicho el artículo 65 de la LGEEPA, el cual habla del establecimiento de programas de manejo de cualquier área natural protegida, en un plazo de por lo menos un año contando a partir de la publicación de la declaratoria respectiva en el Diario Oficial de la Federación.

En relación a lo anterior, las principales razones por las cuales no se utilizaron las ANPs de competencia estatal recaen en lo siguiente.

- ♣ Las categorías de áreas protegidas tales como: Reservas Ecológicas Estatales y Parques municipales, la mayoría de sus parques mantienen superficies relativamente pequeñas, lo que dificulta una correcta interpretación del total de cobertura vegetal.
- ♣ En el caso de Santuarios del agua, no existe una clara interpretación del total de cobertura vegetal debido a la baja presencia de recursos forestales en los parques de esta categoría. Lo anterior obedece obviamente a los distintos objetivos de creación de cada categoría de ANP, pese a que son más las similitudes que tienen entre ellas a sus diferencias, se puede citar un caso específico; de acuerdo con CEPANAF, (2015) los santuarios del agua se enfocan explícitamente a la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como garantizar la recarga de los acuíferos y el abasto de agua a las generaciones presentes y futuras. Por ende, es de esperar que la creación de este tipo de área protegida este en función a la presencia de cuerpos de agua y por lo tanto, la presencia de cobertura vegetal dentro de sus límites no es del todo relevante.

### **3.1. Análisis de cobertura vegetal en Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.**

De acuerdo al objetivo general de esta investigación se logró identificar la cantidad de vegetación natural remanente en cada una de las ANPs federales del Estado de México. Por lo tanto, los resultados se presentan de dos maneras distintas. La primera tiene un enfoque deductivo donde se analiza y describe cual ha sido el comportamiento de vegetación conforme a la problemática ambiental detectada, esto en términos de total de superficie de zonas boscosas, así como también al límite oficial decretado de las ANPs que conforman cada categoría.

La segunda mantiene un carácter más inductivo, donde se analiza más a profundidad las ANPs de cada categoría, resaltando los totales de superficie remanente y describiendo cuales ANP presentan altos y bajos porcentajes en su cobertura vegetal. Asimismo, se describe como es el comportamiento de la fragmentación, la cantidad de fragmentos por ANPs, superficie total, presencia de corredores, por último y de acuerdo con McYntre y Hobbs, (1999) se identifica en qué modelo de modificación de paisaje se clasifica cada parque.

El modelo de modificación de paisaje, está únicamente en función al total de cobertura vegetal, de acuerdo a la teoría descrita en el capítulo 2, el paisaje remanente se clasifica en 4 estados como se muestra en la tabla siguiente.

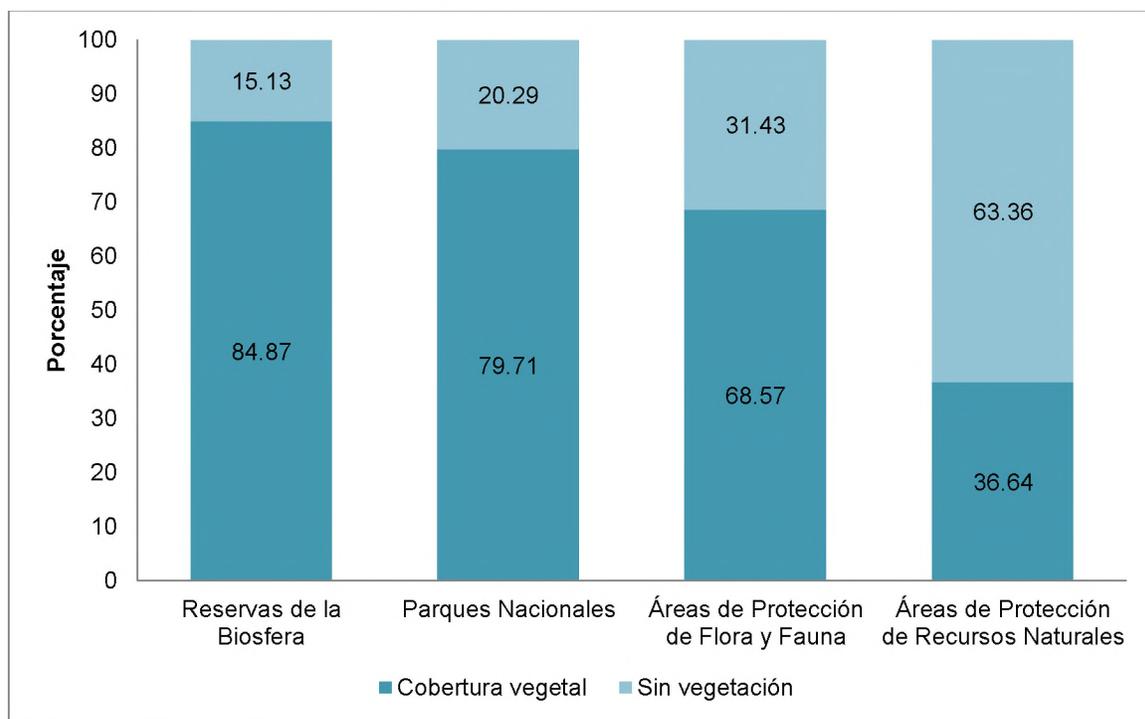
Tabla 12.- Estados de modificación del paisaje

Tipo de alteración	Grado de destrucción del hábitat (% de remanente)
Intacto	Poco o nulo (>90)
Abigarrado	Moderado (60-90)
Fragmentado	Alto (10-60)
Relicto	Extremo (<10)

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla anterior se muestran los cuatro estados de alteración del paisaje, los cuales son usados respectivamente en este capítulo para brindar una interpretación clara y concisa de cómo ha sido el comportamiento de las ANPs de competencia federal del Estado de México.

Gráfica 1.- Cobertura vegetal en Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal



Fuente: Elaboración propia

Haciendo un análisis de las condiciones actuales con las que cuenta cada categoría, se determinó de acuerdo con los polígonos delimitantes de cada ANP el total de superficie vegetal remanente y, por ende, se cuantifico de igual manera, la superficie desprovista de vegetación.

De acuerdo a la gráfica 1, las áreas protegidas que muestran un mayor porcentaje de cobertura vegetal están representadas de izquierda a derecha. En la mayoría de los casos, las principales problemáticas que inciden en la degradación de superficie vegetal en las ANPs federales del Estado de México, corresponde implícitamente al cambio de uso de suelo, predominantemente de forestal-agrícola.

En general el análisis arroja, que tres de las cuatro categorías (Parques Nacionales, Reservas de la Biosfera, Áreas de Protección de Flora y Fauna) conservan más del 50% de su cobertura vegetal. Por lo tanto, es evidente que su administración ya sea federal y/o estatal no juega un papel importante en la conservación de bosques. Sin embargo, el agente causal más dañino recae en las problemáticas detectadas, que inherentemente generan presión en los ecosistemas, provocando indudables cambios en la cobertura vegetal de las ANPs.

Sin embargo, la categoría Área de Protección de Recursos Naturales (APRN), se puede observar de acuerdo a la gráfica 1, que la superficie desprovista de vegetación representa la mayoría de su superficie, un 63.36% del total de esta categoría, debido a que la matriz se encuentra delimitada por grandes zonas agrícolas, cuerpos de agua como la presa de Valle de Bravo, manchones de zona urbana como Avandaro, Santo Tomas de los Plátanos, Valle de Bravo entre otras localidades de menor tamaño, así como también instalaciones turísticas que afectan directamente la calidad ambiental de bosques y cuerpos de agua.

Bajo esta perspectiva, se resalta la importancia del aparente poco interés que se tiene por parte de las secretarías correspondientes en la formulación de programas de manejo que apoyen la conservación, administración y mejoramiento de condiciones ambientales de las ANPs federales del Estado de México.

De acuerdo con CONANP, (2016) hasta la fecha se administran 177 áreas protegidas de carácter federal, 102 programas de manejo publicados. De las trece áreas protegidas federales ubicadas en territorio mexiquense, únicamente tres de ellas cuentan con programa de manejo, lo que representa menos del 25% de ANPs decretadas, esto indica que la cantidad de programas de manejo de carácter federal es insuficiente. Por ello, se indaga la importancia en la formulación y actualización en tiempo y forma de programas de manejo tal y como lo menciona

el artículo 65 de la LGEEPA. De lo contrario, incentivaría prácticas de manejo no del todo eficientes, mostrándose así una incorrecta administración de los recursos naturales, dejando al libre albedrío y sin ningún fundamento las posibles estrategias y acciones a tomarse.

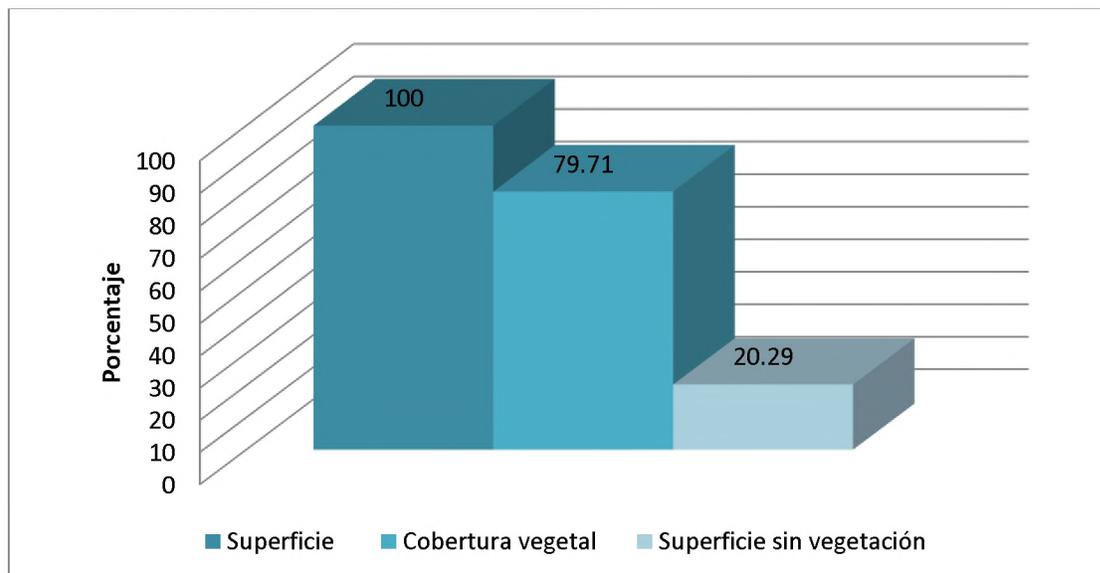
Por otro lado, existen aquellas ANPs con las que evidentemente si cuentan con programa de manejo. Sin embargo, esto no asegura una correcta administración de estas áreas protegidas, a razón de esto, los presentes programas pueden catalogarse como desactualizados, tal como sucede con la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, este parque cuenta con más de diez años que se publicó su respectivo programa de manejo, sin que hasta la fecha se haya ajustado a los “lineamientos internos para la formulación, revisión y modificación de programas de manejo de las áreas naturales protegidas de la federación” propuestos por la CONANP.

En las generalizaciones anteriores, se entiende por hecho, que la mayoría de ANPs federales con o sin programa de manejo, no obedecen objetivamente y de manera puntual a las disposiciones generales que plantea el apartado en materia de áreas naturales protegidas de la LGEEPA, por consiguiente, los actores afectados recaen directamente en los recursos naturales.

Por último, es conveniente mencionar que en los resultados de esta investigación se incluyen graficas por cada categoría de áreas naturales protegidas federales, así como también se hace una breve descripción de como las problemáticas detectadas coadyuvan en la correcta identificación del total de cobertura vegetal de cada parque que afectan implícitamente la calidad de recursos naturales, su área de extensión así como todos aquellos servicios que proporcionan hacia la comunidad, entre otras cosas.

### 3.2. Análisis de cobertura vegetal en Parques Nacionales

Gráfica 2.- Cobertura vegetal en Parques Nacionales



Fuente: Elaboración propia en base a datos estadísticos CEPANAF, 2014

De acuerdo a la gráfica 2 se hace visible el comportamiento de cobertura vegetal en esta categoría, por lo que es evidente, que poco más del 70% del total de superficie de los Parques Nacionales se encuentra cubierto por bosques.

En esta categoría se puede identificar nueve ANPs, de las cuales, el total de cobertura vegetal suman un total de 63,800.26 hectáreas, equivalente a un 79.71% del total de esta categoría. La afirmación anterior, parece concluir que las nueve ANPs que conforman parques nacionales mantienen un alto porcentaje de bosques en buen estado dentro de sus límites.

Sin embargo, es importante señalar que el alto porcentaje de cobertura vegetal presente en esta categoría, se debe principalmente, a que los parques nacionales: Iztaccihuatl-Popocatepetl, Lagunas de Zempoala, presentan casi la totalidad de su superficie cubierta por vegetación. Sin embargo, los parques Molino de Flores y Sacromonte se distinguen de entre las demás ANPs de esta categoría, debido a que no se identificó con claridad el total de su cobertura vegetal.

Asimismo, se percató de la importancia que tienen los procesos ecológicos existentes entre los fragmentos de cada área protegida. Para la elaboración del análisis del remanente de vegetación, se identificó el total de fragmentos de cada parque, superficie de estos, presencia de corredores y por último se categorizo de

acuerdo a los modelos de modificación de paisaje propuestos por McIntyre y Hobbs, (1999).

En las líneas siguientes, se muestran los resultados por cada área de parques nacionales. Se distinguen dos casos específicos (mencionados anteriormente) en los cuales no se realizaron modificaciones dentro de sus límites geográficos debidos principalmente a que no fue posible identificar con exactitud la cantidad de cobertura vegetal, como a continuación se explica.

### 3.2.1. Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatépetl

Este parque cuenta con 39,819.09 hectáreas, localizado entre los estados de México, con 28,307.38 hectáreas (71.09%); Puebla con 11,072.92 hectáreas (27.81%); y Morelos con 438.01 hectáreas (1.10%). Mantiene una alta diversidad biológica dentro de su poligonal, con bosques de coníferas como vegetación dominante, continuando con las praderas de alta montaña o pastizal alpino y vegetación herbácea de no más de 50 centímetros de altura.

En el parque nacional Izta-Popo, se detectaron dificultades en la acción de identificar espacialmente el total de cobertura vegetal. En primer lugar, este parque presenta una alta heterogeneidad biológica. Lo anterior, se basa principalmente, en la diversidad de ecosistemas con las que cuenta dicho parque, ya que es el remanente más importante de bosques de coníferas, praderas de alta montaña, así como glaciares en el centro del país. (Ceballos, 2009).

La afirmación descrita, detalla el alto grado de dificultad que presenta la correcta identificación y elaboración de poligonales espaciales que encierren el total de cobertura vegetal de este parque, ya que no existe un límite claro en el cual se determine los distintos ecosistemas que se mencionan anteriormente.

Sin embargo, a pesar de las dificultades presentadas, se logró identificar con claridad más del 90% de la vegetación de este parque, como en la siguiente tabla se muestra.

**Tabla 13.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatépetl**

Nombre	Superficie (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Izta-Popo	39,819.08	192.09	0.46%	1	39,627.00	99.54%	No aplica	Intacto

Fuente: Elaboración propia.

Una de las razones por la cual este parque presenta un alto porcentaje de cobertura vegetal recae en el buen estado de conservación en el que se encuentra dicha área protegida, aunado a esto, se suma la gran extensión de bosques, además de contar desde 2013 con programa de manejo, así como también, convenios de reforestación y programa de ordenamiento ecológico dentro de su superficie, generando así más de 21 mil hectáreas que representan 52.33% de la superficie total del parque (CONANP, 2016).

Sin embargo, se detectaron pequeños claros de vegetación en la poligonal de este parque que únicamente representan un pequeño porcentaje del total de su superficie 0.46% (192.09 hectáreas). A pesar de que los resultados de este trabajo muestran a este parque con una calidad buena hablando en términos cuantitativos de su cobertura vegetal, no está exenta a factores que puedan causar daños a la vegetación del parque, como varios autores lo han señalado, en el parque nacional Izta-Popo, las principales problemáticas que afectan a este parque, están en función a las actividades de extracción de recursos, como la deforestación, causando una disminución de cobertura vegetal, que al realizarse de manera ilegal y desorganizada ha provocado su fragmentación, aislando poblaciones de flora y fauna.

De acuerdo con la tabla anterior, se puede observar que de el total de superficie decretada en el parque nacional Izta-Popo, el 99.54 % corresponde a cobertura vegetal. Asimismo, no se detectan corredores dentro de sus límites, por lo tanto, este parque se clasifica como “Intacto”.

### **3.2.2. Parque Nacional Lagunas de Zempoala**

Este parque cuenta con una superficie de 4,658.80 hectáreas, se encuentra localizado entre los límites del estado de México y Morelos en los municipios de Ocuilán y Huitzilac, cuenta con una vegetación predominantemente de bosque templado: bosques de pino, oyamel, encino, así como algunas especies florísticas introducidas por el hombre como el alnus (*Alnus jorullensis*), así como flora acuática donde destacan 68 especies de las cuales hay 40 totalmente acuáticas y 28 subacuáticas, entre ellas hay dicotiledóneas, helechos y gimnospermas (Vargas, 1997).

Los resultados obtenidos en esta ANP, muestran que únicamente el 97.12% de su superficie total se encuentra cubierta por vegetación, lo que evidencia que la mayor parte del polígono delimitante de este parque cuenta con una integridad vegetal buena debido a que realmente cumple con los objetivos planteados en materia de protección postulados en su programa de conservación y manejo, así como en la legislación pertinente al tema.

**Tabla 14.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Lagunas de Zempoala**

Nombre	Superficie (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Lagunas de Zempoala	4,658.80	134.18	2.88%	1	<b>4,524.62</b>	<b>97.12%</b>	<b>No aplica</b>	<b>Intacto</b>

Fuente: Elaboración propia

El parque nacional Lagunas de Zempoala, de acuerdo a los modelos de modificación de paisaje, mantiene un carácter denominado como “Intacto”. Sin embargo, cabe recalcar que a pesar de los resultados positivos de este trabajo, hay que enmarcar las problemáticas detectadas, que directamente inciden en la degradación de su cobertura vegetal como la modificación y compactación de suelos existentes causadas por la deforestación, tala clandestina, cambios de uso de suelo en áreas con pendientes pronunciadas aunado a la existencia de incendios forestales, la extracción de tierra de hoja de monte y saqueo de rocas, ya que estas inciden explícitamente en ese pequeño porcentaje catalogado como superficie desprovista de vegetación.

### **3.2.3. Parque Nacional Sacromonte**

Localizado en el municipio de Amecameca, en las faldas de la sierra nevada, cuenta con una superficie de 43.61 hectáreas, este parque presenta construcciones que datan de los siglos XVII y XVIII, como el Monasterio de Sacromonte, de estilo barroco y neoclásico. La vegetación predominante en este parque es el bosque de encino (*qercus sp*), especies introducidas, así como eucaliptos (*eucalyptus sp*) y cedros (*cedrela sp*) (Vargas, 1997).

El parque nacional Sacromonte al igual que el parque nacional Izta-Popo, sucede algo similar al tratar de identificar su cobertura vegetal. Sin embargo, las causas por la que ocurre lo anterior, a diferencia del Izta-Popo, lo que impide la identificación y elaboración de nuevas poligonales que definan el total de su cobertura vegetal, es debido a que este parque presenta una superficie relativamente pequeña (43.61 hectáreas), lo que provoca que al momento de realizar acercamientos ópticos en la imagen digital esta vaya perdiendo calidad, lo que hace más difícil la tarea de crear nuevos polígonos.

**Tabla 15.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Sacromonte.**

Nombre	Superficie (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Sacromonte	43.61	33.61	77.07%	1	10.00	23.93%	No aplica	Fragmentado

Fuente: Elaboración propia

De las evidencias anteriores, se puede demostrar mediante la tabla 15, que el Parque Nacional Sacromonte, conserva dentro de sus límites el 23.93% de cobertura vegetal con respecto al total de su superficie decretada, que en su mayoría se encuentran cubiertas de bosque inducido, además de estar rodeado de zonas de cultivo e infraestructura urbana aledaña. Se encuentra localizado únicamente en un fragmento, sin corredores entre este. Por lo tanto, su categorización en los modelos de modificación de paisaje cae dentro de la variable “Fragmentado”.

Conforme se han analizado los resultados de fragmentación, así como información bibliográfica relacionando con este parque, se puede indagar, que la clasificación dada por el modelo de modificación del paisaje, es debido, a que este parque cuenta con un pequeño porcentaje de cobertura vegetal catalogado como protegido, esto es a causa de que dentro de las inmediaciones de dicho parque coexisten aspectos culturales y religiosos, que de acuerdo con los objetivos del parque, mantienen un enfoque orientado al turismo, por lo tanto, el 77.07 % restante corresponden a instalaciones turísticas, así como a construcciones históricas.

También se hace mención sobre mejorar la belleza natural del lugar mediante plantaciones y trabajos de adaptación para el turismo. Por lo tanto, la cantidad de cobertura vegetal no es una variable importante para que este parque mantenga este estatus de protección, sino mas bien, los objetivos se encuentran encaminados a conservar el bosque remanente para así fortalecer al turismo, lo que le quita importancia a la protección de bosques.

### 3.2.4. Parque Nacional Molino de Flores

Este parque se encuentra localizado en el municipio de Texcoco, es el remanente del antiguo casco de una hacienda, con una superficie de 50.69 hectáreas. La vegetación del parque está constituida principalmente por especies introducidas con eucaliptos (*Eucaliptus globulus*, *E. Cacamaludensis*), fresno (*Fraxinus sp*), pirul (*Schinus molle*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), pino (*Pinus montezumae*, *P radiata*, *P greggii*) y Acacia retinoides (Vargas, 1997).

El Parque Nacional Molino de Flores al igual que los dos parques anteriormente mencionados, existieron dificultades al tratar de identificar el total de su cobertura vegetal dentro de sus límites geográficos. De modo similar, cuenta con una superficie relativamente pequeña, además de que es catalogada como un parque con rasgos culturales, ya que se encuentra en lo que en el siglo XIX fue una hacienda reconocida por su molino de granos. Dentro de este marco, los objetivos de creación de este parque al igual que su decreto describen la importancia de proteger aquellos monumentos de gran valor histórico. Y, por ende, mantiene un carácter turístico el cual no se enfoca explícitamente en la protección de recursos forestales.

Tabla 16.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Molino de Flores

Nombre	Superficie (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Molino de Flores	50.69	NA	NA	1	50.69	100%	No aplica	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Al contrario del parque Sacromonte, en el que a pesar de mantener una reducida superficie y de esta, la mayoría corresponde a instalaciones turísticas y monumentos históricos, aun así, se logró crear poligonales con cobertura vegetal. Sin embargo, en el Parque Nacional Molino de Flores, no se concretó la creación de nuevos polígonos con vegetación, esto, debido a que no fueron visibles grandes manchones de vegetación, una de las principales razones es por la calidad de imagen representada en el SIG, ya que entre mas acercamiento se accione, la visibilidad se torna afectada, por lo que identificar los pixeles adecuados que representan la cobertura vegetal puede resultar en una acción ambigua e incorrecta, además de que la poca vegetación existente no se encuentra localizada en un punto específico que facilite su identificación, sino que

mantiene un patrón heterogéneo distribuida en pequeñas porciones de bosque inducido a lo largo del parque.

En relación con las implicaciones anteriores y de acuerdo a los resultados de este trabajo y a la tabla 16, el Parque Nacional Molino de Flores, queda exento en la asignación de un modelo de modificación de paisaje, debido a que no presenta cobertura vegetal significativa.

### **3.2.5. Parque Nacional Desierto del Carmen o Nixcongo**

Localizado en el municipio de Tenancingo, cuenta con una superficie de 538.47 hectáreas, por mencionar algunos de sus monumentos históricos, dentro de las inmediaciones de este parque se encuentra el convento del Santo Desierto, construido por la orden de los Carmelitos Descalzos en el siglo XVII. En el aspecto biológico del parque se destaca principalmente los bosques de pino (*Pinus leiphylla* y *P pseudostrobus*), mezclados de diferente manera, de acuerdo con la altitud y exposición al terreno con encinos (*Quercus* sp.) así como el madroño (*Aarbutus glandulosa*), fresno (*Fraxinus* sp.), cedros (*Cupressus benthamii*) y cipreses (*Cupressus lindleyi*) (Vargas, 1997).

El Desierto del Carmen o Nixcongo, debido a que es considerado como patrimonio cultural, histórico y religioso en el estado de México, así como mantenerse aislado de poblaciones aledañas, mantiene un alto porcentaje de su superficie cubierto de macizos boscosos de pino y encino (GEM, 2016). Sin embargo, el bosque se torna amenazado debido al gran afluente de visitantes y establecimiento de instalaciones turísticas en los alrededores del parque.

**Tabla 17.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Desierto del Carmen**

Nombre	Superficie (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Desierto del Carmen	538.47	75.41	14.00%	1	<b>463.06</b>	<b>86.00%</b>	<b>No aplica</b>	<b>Abigarrado</b>

Fuente: Elaboración propia

De las evidencias presentadas en la tabla anterior, a diferencia de los tres parques anteriores en los que no se identifica con claridad su cobertura vegetal, en Desierto del Carmen o Nixcongo se identificó que el 86.00% del total de su superficie se encuentra cubierta de vegetación los resultados de la tabla anterior muestran que, para este parque, el modelo de modificación de paisaje que mas se adecua a las condiciones de la teoría, es la clasificación de “Abigarrado”.

El buen estado en el que se encuentra esta ANP, esta derivado a la misma localización de este, ya que se encuentra alejado de grandes zonas urbanas lo que disminuye así posibles cambios de uso de suelo en las zonas con cobertura vegetal. Cabe considerar por otra parte, que la misma actividad turística juega un papel muy importante en la conservación de cobertura vegetal de este parque, se debe inicialmente a que el principal atractivo del parque esta en función a todo el acervo histórico-religioso y arquitectónico presente dentro de las inmediaciones de esta ANP, excluyendo en cierta medida a los recursos naturales.

Mientras que el porcentaje restante (14.00%) corresponde a aquella superficie desprovista de vegetación, esto incluye a instalaciones turísticas y monumentos históricos. Sin embargo, a pesar de mantener grandes extensiones de vegetación, existen problemáticas que inciden directamente en el deterioro de la cobertura vegetal de este parque, como lo son, los cambios de uso de suelo (forestal-agrícola), pastoreo, cacería furtiva, generación de basura por visitantes, incendios forestales y tala clandestina

### 3.2.6. Parque Nacional Zoquiapan y Anexas

Este parque se encuentra localizado en los municipios de Tlamanalco, Ixtapaluca y Chalco, cuenta con una superficie de 18,237.55 hectáreas. En cuanto a la vegetación, en sectores elevados que rebasan la cota de los 3,300 metros sobre el nivel del mar la comunidad de *Pinus hartwegii* se desarrolla en difíciles condiciones ambientales, tiene una pobreza florística del sotobosque integrado por gramíneas tipo amacollado, así como también a medida que la morfología del relieve pierde vigor se encuentra un denso bosque formado por la asociación arbórea de *Pinus hartwegii*, *P. Montuzamae*, *P.teocote*, *P.leiophylla*, *Cupressus spp*, *Abies religiosa* y latifoliadas como *Quercus spp*, entre otros (Vargas, 1997).

Sus límites se sobreponen con el Parque Nacional Izta-Popo. Sin embargo, cabe mencionar que, por cuestiones prácticas, se toma cada uno de los parques como unidades totalmente separadas.

**Tabla 18.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Zoquiapan y Anexas**

Nombre	Superficie (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Zoquiapan y Anexas	18,237.55	5,121.99	28.08%	1	<b>13,115.56</b>	<b>71.92%</b>	<b>No aplica</b>	<b>Abigarrado</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, en el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas, se observa que la mayoría de la superficie de este parque está representada por un fragmento remanente, equivalente al 71.92% del total de cobertura vegetal de su superficie, así como también no se detecta ningún corredor entre sus límites Por lo tanto de acuerdo a los modelos de modificación de paisaje. Se le brinda la clasificación de “abigarrado”.

Cabe señalar que el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas cuenta con uno de los mayores porcentajes en superficie vegetal, a pesar de contar con poco más del 70% de vegetación, aun así, este parque se torna amenazado debido a factores que se derivan principalmente de las actividades humanas.

Se puede identificar problemáticas, como la gran cantidad de poblados localizados dentro de las inmediaciones de este parque. Además de problemas tales como tala inmoderada clandestina, sobrepastoreo, cacería, asentamientos humanos irregulares, erosión, incendios, plagas forestales, saqueos de tierra así como la introducción de especies invasoras que afectan la calidad ambiental de los bosques. (GEM. 2016)

### 3.2.7. Parque Nacional Bosencheve

Se localiza en la cordillera neovolcánica dentro de los municipios de Villa de Allende y Villa Victoria, cuenta con una superficie de 14,553.23 hectáreas. Las principales asociaciones de vegetación son el bosque de oyamel, representada por la especie *Abies religiosa*, bosque de pinos, asociado a madroños (*Arbutus sp*), alies (*Alnus sp*) y encinos (Vargas, 1997).

Tabla 19.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Bosencheve

Nombre	Superficie decretada (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Bosencheve	14,553.23	9,847.54	67.66%	1	160.39	1.10	Fragmentado	
				2	94.67	0.65		
				3	92.64	0.64		
				4	196.50	1.35		
				5	224.65	1.54		
				6	49.29	0.34		
				7	14.46	0.10		
				8	257.67	1.77		
				9	71.16	0.49		1(14-26)
				10	43.49	0.30		
				11	40.43	0.28		
				12	132.64	0.91		
				13	171.59	1.18		2(8-25-26)
				14	485.42	3.34		
				15	347.59	2.39		
				16	10.90	0.07		3(3-20)
				17	16.16	0.11		
				18	43.52	0.30		
				19	114.20	0.78		
				20	26.55	0.18		
				21	151.72	1.04		
				22	217.68	1.50		
				23	45.40	0.31		
				24	528.94	3.63		
				25	704.97	4.84		
				26	463.06	3.18		
<b>TOTAL</b>				<b>4,705.69</b>	<b>32.33%</b>			

Fuente: Elaboración propia

En el parque nacional Bosencheve, la identificación de cobertura vegetal se efectuó principalmente en la detección de 26 fragmentos remanentes de bosque, lo que equivale únicamente a 32.33% del total de su superficie, por el lado

contrario se encuentra aquella superficie sin vegetación que alberga la mayoría de la superficie de esta área protegida 67.66%.

Asimismo, es de importancia sumar la relevancia que tienen los corredores, los cuales unen extremos distantes de fragmentos más grandes de dicha ANP, en este caso se presentan 3 corredores, que unen respectivamente los siguientes fragmentos.

- ♣ Corredor 1: Este corredor presenta una superficie de 71.16 has, se encuentra ubicado al suroeste de este parque y une directamente los fragmentos no. 14 -26 con una distancia aproximadamente de 80 metros.
- ♣ Corredor 2: Se encuentra localizado en la parte oeste de dicho parque y cuenta con una superficie de 172 has. Sin embargo, este corredor une 3 fragmentos 8-25-26, sumando una distancia entre ellos de 4.17 km.
- ♣ Corredor 3: Por último, este corredor cuenta con 10.90 has de superficie y une los fragmentos no. 3-20 con una distancia entre ellos de 855 metros.

En este parque, las principales problemáticas por las que se identifica una reducida cobertura vegetal son principalmente, los cambios de uso de suelo, mayoritariamente de vegetal a agrícola, así como el aumento de población circundante al parque. Otro de los problemas identificados, pone en evidencia la sobre posición de este parque con la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca ya que origina directamente conflictos en la administración del parque, ya que gran porcentaje de los bosques de Bosencheve se encuentra localizado dentro de la reserva mencionada.

De las afirmaciones anteriores y de acuerdo con resultados de tabla 7 y los modelos de modificación de paisaje, se puede indagar que el Parque Nacional Bosencheve se clasifica como “fragmentado” esto debido principalmente al total de cobertura vegetal presente en este parque sumando un 32.33% de su superficie total. El resultado de acuerdo a este modelo evidencia explícitamente la deficiencia que existe en la administración de este parque, al mismo tiempo la inexistencia de un programa de conservación y manejo empeora todavía más las posibilidades de concretar los objetivos de creación de este parque.

### 3.2.8. Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla

Localizado al este de la capital del Estado de México, pertenece a los municipios de Ocoyoacán, Huixquilucan y Lerma de Villada, en el estado de México y Cuajimalpa, Distrito Federal. Cuenta con una superficie de 1737.04 hectáreas. La vegetación del parque está compuesta por: llanos naturales, bosques de oyamel, bosque de latifoliadas, zonas reforestadas y bosque de pino. Entre las especies de árboles se encuentran *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *Qercus laurina*, bosques mesófilos; *Cornus disciflora*, *Garrya laurifolia*, *Ilex toluhana*, *Meliosa dentata*, y *Prunus brachybotrya* (Vargas, 1997).

Tabla 20.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla “La Marquesa”

Nombre	Superficie decretada (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Sup. de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
La Marquesa	1,737.04	461.38	26.56%	1	1,244.30	71.63	No aplica	Abigarrado
				2	8.05	0.46		
				3	3.29	0.19		
				4	8.63	0.50		
				5	6.67	0.38		
				6	4.72	0.27		
<b>TOTAL</b>				<b>1,275.66</b>	<b>73.44%</b>			

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla “La Marquesa” presenta a diferencia Bosencheve únicamente 6 fragmentos de los cuales representan un total de 73.44% de cobertura vegetal. A pesar de que la cantidad de fragmentos es mínima es importante mencionar que la mayor parte de su cobertura vegetal (71.63%) se encuentra exclusivamente en un fragmento, lo que expone a los 5 fragmentos restantes como una minoría ya que solo representan el 1.81% del total de remanente de vegetación.

En el parque nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, se mantiene más del 70% de su cobertura vegetal, el deterioro está en función a las actividades turísticas que ahí se desarrollan, esto principalmente afecta a la fertilidad del suelo debido a que se compacta por la monta caballo, y el uso de cuatrimotos, además es evidente la degradación de flora debido a la inexistencia de senderos que regulen las caminatas.

Cabe considerar por otra parte, que a diferencia del PN Bosencheve, esta ANP no cuenta con corredores entre fragmentos, lo que pone en explícito riesgo la desaparición de aquellos fragmentos distantes del remanente principal. Por lo tanto y de acuerdo con los modelos de modificación de paisaje este parque se clasifica como “abigarrado”.

### 3.2.9. Parque Nacional Los Remedios

Localizado en el extremo oeste del municipio de Naucalpan con una superficie de 400 hectáreas. Dentro de esta ANP, se puede identificar una vegetación constituida por eucaliptos, cedros, pinos y pastizales (CONANP, 2010).

El parque Nacional Los Remedios, es el único parque de esta categoría que mantiene menos del 20% de su cobertura vegetal, esto debido principalmente al crecimiento demográfico acelerado, combinado con desarrollos urbanos irregulares. Aunado a esto, se agrega la mala calidad ambiental de los bosques remanentes en la zona ocasionada por la introducción de especies invasoras como el eucalipto.

**Tabla 21.- Análisis de cobertura vegetal en Parque Nacional Los Remedios**

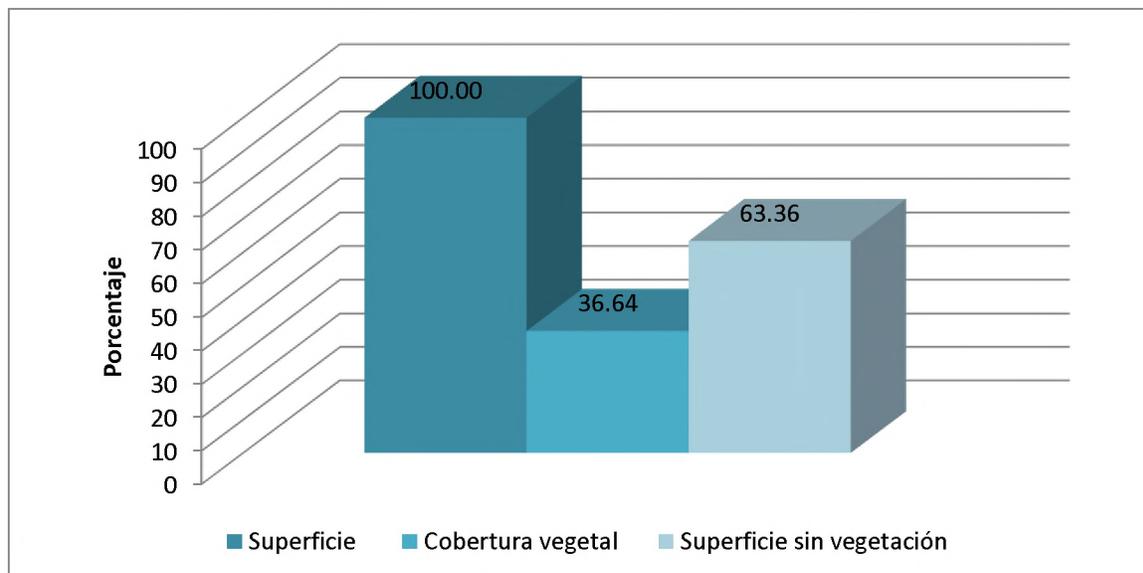
Nombre	Superficie (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Los Remedios	400.00	321.33	80.33%	1	<b>78.67</b>	<b>19.67%</b>	<b>No aplica</b>	<b>Fragmentado</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se menciona en las líneas anteriores, el total de superficie vegetal de este parque únicamente se encuentra delimitado por un fragmento que representa el 19.67%, una minoría, en cambio, el total de superficie desprovista de vegetación, mantiene un nivel del 80.33% lo que pone en evidencia los bajos niveles de cobertura vegetal con las que cuenta esta ANP, además de que no se detectan corredores que unan el fragmento remanente. Por consiguiente, este parque se clasifica de acuerdo a los modelos de modificación de paisaje como “fragmentado”.

### 3.3. Análisis de cobertura vegetal en Área de Protección de Recursos Naturales (APRN)

Gráfica 3.- Cobertura vegetal en Áreas de Protección de Recursos Naturales



Fuente: Elaboración propia en base a datos estadísticos CEPANAF, 2014

De acuerdo a la gráfica 3, se hace visible el comportamiento de bosques en este apartado, cabe destacar que esta categoría únicamente está integrada por un parque, identificado como, Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec. Debe señalarse, que dentro de los límites geográficos de esta categoría se suma un total de 141,478.16 hectáreas, de las cuales 36.64% (51,842.19) se encuentran cubiertas de bosques.

En este sentido, se comprende que el comportamiento de su cobertura vegetal presenta menos del 50% del total de su superficie, lo que pone en evidencia las deficiencias en materia de conservación con las que se administra este parque. Dentro de esta perspectiva y a pesar de las grandes presiones que directamente interfieren en la conservación de bosques, se suma la aptitud turística como una característica importante de este parque en donde, de no existir prácticas turísticas sustentables, el daño a la cobertura vegetal remanente puede seguir agravándose resultando en su indudable disminución.

### **3.3.1 Área de Protección de Recursos Naturales denominada zona protectora forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec (APRN)**

Esta ANP cuenta con una superficie de 14147.16 hectáreas, se localiza en los municipios de Amanalco, Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Oztoloapan, San Simón de Guerrero, Santo Tomas, Temascaltepec, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Victoria y Zinacantepec. Tiene una vegetación compuesta principalmente por Oyamel, pinabeto (*Abies religiosa*), Gallinita (*Rhynchosstele cervantesii*), Pino (*Pinus spp.*), (*Quercus spp.*), (*Hagsatera brachycolumna*), (*Oncidium unguiculatum*), (*Rossioglossum insleayi*), Colorín, pichoco (*Erythrina coralloides*), Carpe americano (*Carpinus caroliniana*), (*Populus simaroa*), Madroño (*Arbutus xalapensis*) (CONANP, 2010)

En este parque, se identifica en primer lugar, que la problemática principal que afecta los bosques de este parque está en función a los cambios de uso de suelo que ahí se desarrollan, donde predomina la deforestación para dar paso a actividades agrícolas y ganaderas, además de acuerdo con GEM, (1997), existen recursos humanos y materiales limitados, en donde se agravan los problemas relacionados con la tala clandestina e introducción de especies invasoras. Así como ineficiencias en los señalamientos del parque provocando inherentemente la incorrecta disposición de residuos, así como el aumento de cacería furtiva.

**Tabla 22.- Análisis de cobertura vegetal en Área de Protección de Recursos Naturales denominada zona protectora forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos valle de Bravo, Malacatepec y Temascaltepec.**

Nombre	Superficie decretada	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura vegetal			Modelo de paisaje
				Fragmentos	Superficie de fragmentos	Presencia de corredores	
Zona Protectora Forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo. Malacatepec. Tilostoc y Temascaltepec	14,1478.16	89,635.97	63.36%	1	3,188.24	2.25	Abigarrado
				2	1,114.57	0.79	
				3	3,531.68	2.50	
				4	1,557.80	1.10	
				5	9,429.17	6.66	
				6	715.27	0.51	
				7	315.35	0.22	
				8	1,312.06	0.93	
				9	1,768.78	1.25	
				10	78.52	0.06	
				11	946.30	0.67	
				12	162.82	0.12	
				13	318.42	0.23	
				14	120.56	0.09	
				15	171.76	0.12	
				16	289.85	0.20	
				17	192.34	0.14	
				18	344.21	0.24	
				19	1,342.46	0.95	
				20	1,064.02	0.75	
				21	1,595.15	1.13	
				22	6,034.66	4.27	
				23	4,246.67	3.00	
				24	987.05	0.70	
				25	211.37	0.15	
				26	2,409.73	1.70	
				27	879.10	0.62	
				28	952.56	0.67	
				29	2,191.07	1.55	
				30	3,698.36	2.61	
				31	311.25	0.22	
				32	303.00	0.21	
				33	58.04	0.04	
<b>TOTAL</b>				<b>51,842.19</b>	<b>36.64 %</b>		

Fuente: Elaboración propia

La cobertura vegetal remanente en APRN al igual que en los parques Bosencheve y los Remedios, mantiene menos del 50% de vegetación. Asimismo, se identifica un total de 33 fragmentos remanentes de bosque, en donde representan la mínima cantidad de 36.64% (51,842.19 ha) del total de su superficie. Mientras que la superficie desprovista de vegetación 63.36% (89,635.97 ha) presenta la mayoría de los límites geográficos de este parque, así como 2 corredores como a continuación se describen:

- ♣ Corredor 1: Localizado al noroeste del parque, este corredor presenta una superficie de 1,114.57 ha, equivalentes al 0.79% del total de la superficie del parque. Asimismo, une los fragmentos no. 1, 3 y 5.

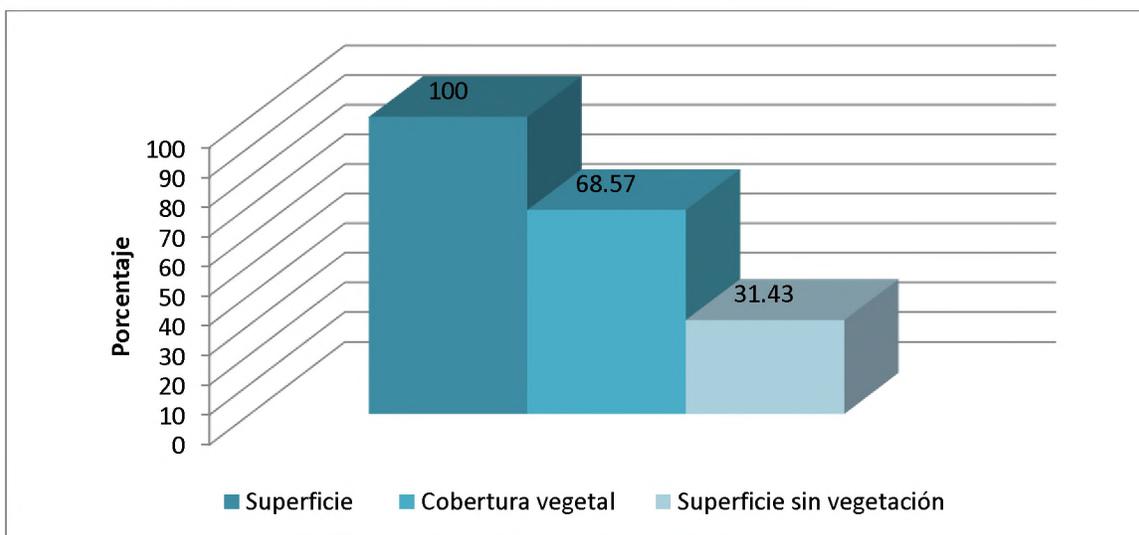
- ♣ Corredor 2: Se encuentra localizado en la parte oeste del parque, cuenta con una superficie de 78.52 ha, lo que equivale a 0.06% del total de su superficie. Este corredor une principalmente a los fragmentos no. 9 y 11.

El APRN, decretado en 1941 como zona protectora vegetal, en 2005 recibe una actualización a su decreto quedando como Área de Protección de Recursos Naturales. Debido a que se encuentra ubicado en un área muy importante desde el punto de vista biológico, ya que cuenta con una variada diversidad de ecosistemas. No se han concretado acciones que hasta la fecha coadyuven a la elaboración de un programa de manejo en el parque.

Debido a que este parque se ha visto amenazado por las problemáticas descritas anteriormente y por la evidente fragmentación de sus bosques. Se encuentra ubicado dentro de la clasificación de modelos de modificación de paisaje como “fragmentado”.

### 3.4. Análisis de cobertura vegetal en Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFyF)

Gráfica 4.- Cobertura vegetal en Áreas de Protección de Flora y Fauna



Fuente: Elaboración propia en base a datos estadísticos CEPANAF, 2014

La categoría de Áreas de Protección de Flora y Fauna, se encuentra integrada por dos ANPs que llevan por nombre: APFyF Ciénegas de Lerma y APFyF Nevado de Toluca. Llama la atención que, sumando la cobertura vegetal de estos dos parques, mantienen un total de 75.79% (43,157.09 hectáreas) de cobertura vegetal.

Los objetivos de creación de esta categoría de acuerdo con LGEEPA, (2016), mencionan que las APFyF se constituirán en los lugares que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres. Sin embargo, en este tipo de categoría se permite el aprovechamiento de recursos naturales de las comunidades que radiquen dentro de los límites del parque, tal hecho indica que esta categoría debe de adquirir acciones estrictas de conservación y aprovechamiento para evitar futuras conflictos en la administración de recursos los naturales.

#### **3.4.1. Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas de Lerma**

Se encuentra localizada en los alrededores de los municipios de Almoloya del Río, Lerma y Atarasquillo, cubre una extensión de 3027.56 hectáreas. Las Ciénegas presentan diferentes hábitats, incluyendo zonas de aguas profundas (hasta 5 metros), zonas con vegetación emergida, zonas de vegetación inundada y zonas de vegetación riparia (Ceballos, 2003).

El Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas de Lerma que presenta un 88.83% de superficie vegetal conservada, asimismo es evidente la superficie desprovista de vegetación correspondiente a 11.17%. Para esta ANP es importante recalcar que se encuentra dividida en tres polígonos, esta reserva incluye tres cuerpos de agua separados entre sí, conocidos como Chiconahuapan o Almoloya, Chimaliapan o Lerma y Chignahuapan o Atarasquillo (Ceballos, 2003).

Sin embargo el deterioro de humedales solo es visible en la laguna de Chimaliapan en donde es evidente los cambios de uso de suelo predominantemente agrícolas por parte de las poblaciones aledañas, asimismo los objetivos de creación de esta ANP toman en cuenta la importancia la diversidad genética de esta reserva, priorizando en la autorización del aprovechamiento de los recursos naturales de la zona conforme a las Normas Oficial Mexicana pertinente y usos declarados de la zona así como también en salva guardar aquellas especies de las que dependen la continuidad evolutiva, además de distinguirse aquellas especies en peligro de extinción, raras y endémicas.

En relación a lo anterior, los objetivos de creación son ineficientes para esta ANP, ya que de acuerdo a la ficha Ramsar Ciénegas de Lerma el 75% de los terrenos constituidos de esta ANP corresponden a tierras dedicadas al cultivo de maíz y ganadería y el 25% restante es vegetación. Por lo tanto, es evidente que se les da mayor prioridad a las actividades de aprovechamiento que aquellas enfocadas a la conservación de ecosistemas.

**Tabla 23.- Análisis de cobertura vegetal en Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas de Lerma**

Nombre	Superficie (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Ciénegas de Lerma	3,027.56	338.32	11.17%	1	598.97	19.78	No aplica	Abigarrado
				2	1,735.26	57.32		
				3	355.01	11.73		
				<b>TOTAL</b>	<b>2,689.24</b>	<b>88.83%</b>		

Fuente: Elaboración propia

El APFyF Ciénegas de Lerma no cuenta con fragmentos separados de vegetación, sin embargo, se destaca que este parque está dividido en tres polígonos como se mencionó anteriormente. Además, en ninguno de los polígonos se evidencia una fragmentación grave, a pesar de esto la disminución de vegetación de esta ANP está en función al efecto borde en el polígono más grande representado por la laguna de Chimaliapan.

Sin embargo y a pesar de que únicamente se presenta fragmentación en un solo polígono, es de relevancia mencionar que el nivel de dicha reducción de vegetación ocasionó que el ANP en general caiga dentro de la categoría de modelo de modificación de paisaje como “Abigarrado”.

### 3.4.2. Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca

Este parque se encuentra localizado en los municipios de Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Texcaltitlán, Toluca, Villa Guerrero, Villa Victoria y Zinacantepec, cuenta con una superficie de 59,913.31 hectáreas. Su vegetación predominante consiste en pastizales alpinos (*Calamagrostis toluensis*, *Festuca hephaestophila*, *Trisetum spicatum*, *Trisetum aff*, *Agorstis exarata* entre otros. Bosques templados (*Pinus hartwegii*, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrabus*, *Abies religiosa*) (Ceballos, 2011).

La segunda ANP que integra esta categoría, es el Área de protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, en donde se puede observar que el total de cobertura vegetal conservada es de 75.06% mientras que la superficie desprovista de vegetación corresponde a 24.94%. Esta ANP es considerada una de las reservas más antiguas del territorio mexicano, decretándose inicialmente en 1936 como Parque Nacional, más tarde en 2013 se propuso una recategorización como Área de Protección de Flora y Fauna.

A pesar de su antigüedad como reserva, esta ANP ha sido objeto de degradación y desaparición de sus bosques por problemáticas relacionadas con la incorrecta definición de límites, inexistencia de zonificación, incoherencia en los derechos de las tierras, prohibición de manejo forestal entre otras. Pese a lo anterior los daños

desmedidos presentes a los bosques de esta ANP solo son presentes en las orillas del límite poligonal ocasionando inevitablemente deforestación para dar paso a actividades agrícolas, ganaderas e inclusive urbanización.

Aun con las problemáticas anteriormente mencionadas los esfuerzos por mantener sano a este parque han permitido que un poco más del 75% de su cobertura vegetal siga conservada, lo que conlleva a plantear en como la recategorización tendrá relevancia en su futura conservación.

De acuerdo a la CONANP, (2015) algunas de las razones que justifican la modificación de esta ANP están en función a la incompatibilidad del ámbito social, ecológico, económico de la región, prohibición de aprovechamiento sustentable entre otros. Sin embargo, existen incoherencias entre las razones de modificación con los objetivos de creación de Parques Nacionales y APFyF ya que es evidente que algunos objetivos de creación están presentes en las dos categorías respectivamente como los siguientes;

- ♣ *Se asegura el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sus elementos.*
- ♣ *Se salva guarda la diversidad genética de las especies silvestres de las que dependen la continuidad evolutiva; además se asegura la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad de del territorio nacional, en particular la preservación de las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.*

Posteriormente es evidente que la recategorización de este parque no obedece implícitamente a nuevas estrategias de conservación de ecosistemas, sino al contrario recae en lo mismo ya que siguen influyendo en su conservación los mismos objetivos con los que contaba en su anterior categoría.

**Tabla 24.- Análisis de cobertura vegetal en Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca**

Nombre	Superficie (has)	Superficie desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Superficie de fragmentos		Presencia de corredores	Modelo de paisaje
Nevado de Toluca	53,913.31	13,445.46	24.94%	1	39,990.73	74.18	No aplica	Abigarrado
				2	156.12	0.29		
				3	12.4	0.02		
				4	17.04	0.03		
				5	2.47	0.00		
				6	41.62	0.08		
				7	22.99	0.04		
				8	8.38	0.02		
				9	154.31	0.29		
				10	2.2	0.00		
				11	4.81	0.01		
				12	12.94	0.02		
				13	10.15	0.02		
				14	9.3	0.02		
				15	4.87	0.01		
				16	2.01	0.00		
				17	3.58	0.01		
				18	3.31	0.01		
				19	8.62	0.02		
<b>TOTAL</b>				<b>40467.85</b>	<b>75.06%</b>			

Fuente: Elaboración propia

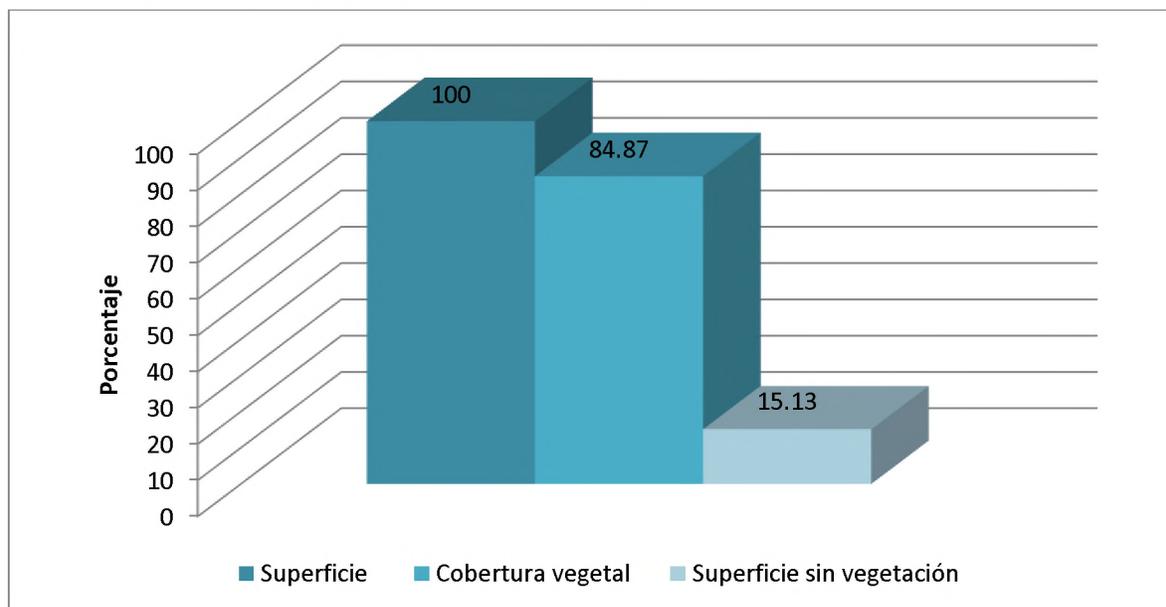
Para el APFF Nevado de Toluca en total se cuantificaron 19 fragmentos, de los cuales únicamente el fragmento número 1 cuenta con la mayor parte de la superficie de este parque; 39,990.73 hectáreas (74.18%), esto debido a que, al igual que el caso anterior se evidencia una profunda fragmentación en el bosque únicamente en los bordes de dicha ANP, reduciendo de manera significativa la superficie boscosa.

Esta reducción de superficie de acuerdo con CONANP, (2013) es debido a que la principal problemática que afecta a este parque son los relacionados con el bosque: talas clandestinas, desmontes y plagas, acciones que a su vez generan otro tipo de situaciones que ponen en riesgo la viabilidad de los ecosistemas de dicha ANP.

Después de lo anterior expuesto, los 18 fragmentos restantes únicamente representan menos del 1% del total de remanente de vegetación, sin embargo, estos remanentes se encuentran localizados separados del fragmento número 1, lo que supone un aislamiento del remanente dominante, quedando expuestos a desaparecer debido a actividades humanas. Por lo tanto, la clasificación de paisaje que se le brinda a esta ANP es "Abigarrado".

### 3.5. Análisis de cobertura vegetal en Reserva de la Biosfera

Gráfica 5.- Cobertura vegetal en Reserva de la Biosfera



Fuente: Elaboración propia en base a datos estadísticos CEPANAF, 2014

La categoría Reserva de la Biosfera está conformada únicamente por un Área Natural Protegida llamada Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, esta categoría con su respectivo parque, suma un total de 55,076.82 has. La categoría de Reserva de la Biosfera mantiene en total 84.87% (46,742.46 hectáreas) de su cobertura vegetal. Esto es, debido a los esfuerzos que mantienen las secretarías correspondientes en el cumplimiento de las disposiciones oficiales en materia de áreas naturales protegidas que menciona la ley.

Esta ANP se ubica dentro una zona prioritaria para el diseño de políticas ambientales, además de mostrar se ubica en un territorio que abarca parte de los estados de México y Michoacán. Por consiguiente, es de importancia la integración de políticas entre estos dos estados para el mejoramiento de acciones enfocadas a la protección de recursos naturales.

### 3.5.1 Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca

Se localiza en las montañas del Eje Neovolcánico Transversal y abarca terrenos de 10 municipios entre los estados de Estado de México y Michoacán pertenecientes a 93 núcleos agrarios (59 ejidos, 13 comunidades indígenas y 21 pequeñas propiedades, abarca una superficie de 55,076.82 hectáreas. El tipo de vegetación predominante en las zonas núcleo de la reserva es el bosque de coníferas entremezclado con encinos, entre los que destacan *Abies religiosa*, que es una especie que puede llegar a formar comunidades casi monoespecíficas en este estrato, *Arbutus xalapensis*, *Cupressus lusitanica*, *Pinus hartwegii*, *P. pseudostrobus* y *Quercus laurina* (Cornejo-Tenorio y otros, 2003).

En la Reserva de la biosfera Mariposa Monarca se han emitido tres decretos, dos de estos comprenden los años de 1980, 1986, en donde se hizo visible la degradación de esta reserva por las altas tasa de deforestación que alcanzaron valores de 2.41% entre 1984-1999, hasta que por último en el año 2000 se realiza la última modificación en su decreto quedando como se le conoce hoy en día (Ramírez y Subieta, 2005).

Una de las principales problemáticas que afectan principalmente la integridad y cantidad de cobertura vegetal de esta reserva, está en función al comportamiento de la población presente dentro los límites de este parque, ocasionando que la principal causa de deterioro de esta reserva sea la deforestación de sus bosques. De acuerdo con WWF, (2012), desde 2001 se realiza periódicamente el análisis de cambio de cobertura forestal en los predios de la zona núcleo de este parque.

Además, se suman amenazas como la actividad turística no regulada, erosión generada por el desmonte, cacería furtiva, así como asentamientos humanos dentro de las inmediaciones de la reserva.

**Tabla 25.- Análisis de cobertura vegetal en Reserva de la Biosfera**

Nombre	Superficie (has)	Sup.desprovista de vegetación		Cobertura Vegetal				
				Fragmentos	Sup. de fragmentos	Presencia de corredores	Modelo de paisaje	
Mariposa Monarca	55,076.82	8,334.36	15.13%	1	30,990.97	56.27		Abigarrado
				2	1,645.67	2.99		
				3	11,641.58	21.14		
				4	26.54	0.05		
				5	89.81	0.16		
				6	44.33	0.08		
				7	31.04	0.06		
				8	557.89	1.01		
				9	335.44	0.61		
				10	526.67	0.96		
				11	171.34	0.24	(4-8-10)	
				12	704.97	1.28		
				13	16.21	0.03		
<b>TOTAL</b>				<b>46,742.46</b>	<b>84.87%</b>			

Fuente: Elaboración propia

En la reserva de la biosfera Mariposa Monarca, en total se identifica más del 80% de su cobertura vegetal en 13 fragmentos remanentes, sumando un total de 84.47% (46,742.46 hectáreas) del total de su superficie, la superficie desprovista de vegetación representa la mínima cantidad de 15.13% (8,334.36 hectáreas). Además de identificarse un corredor de vegetación como se explica a continuación.

Corredor 1: Este corredor se encuentra localizado en el centro de esta ANP, asimismo, con una superficie de 171.34 hectáreas, equivalente a 0.24% del total de su superficie. Este corredor unos los fragmentos número 4,8 y 10.

Las afirmaciones anteriores, muestra el buen estado de conservación en el cual se encuentra este parque, esto debido a la importancia biológica, cultural, social y turística con las que esta ANP cuenta, por lo tanto, se ubica dentro de los modelos de modificación de paisaje como "Intacto".

En esta área protegida, se puede identificar que las principales razones que coadyuvan en el mantenimiento de un alto porcentaje de cobertura vegetal se debe principalmente a todos los esfuerzos que han realizado las autoridades correspondientes en pro de la conservación de bosques presentes en este parque, ya que tiene una gran relevancia para la comunidad científica debido a que es la fuente principal de la ruta migratoria de la Mariposa Monarca.

## **Capítulo 4 Conclusiones y Recomendaciones**

En la metodología empleada en este trabajo de tesis se obtuvieron resultados que permitieron concluir lo siguiente

Los resultados de este trabajo brindan una representación clara del actual estado (cuantitativo) de la vegetación de estos parques, lo que puede beneficiar en la adecuada asignación de estrategias de gestión para cada uno de los parques presentados, así como también, facilitar la organización, creación y ejecución de programas de manejo de las dependencias correspondientes en el estado. Para así llegar a obtener un manejo con mayor integración en pro de los recursos naturales de estas áreas naturales protegidas.

Cabe destacar que las clasificaciones brindadas por los modelos de modificación de paisaje anteriormente mencionados únicamente funcionan como un indicador, el cual muestra a una escala real el estado de conservación de la cobertura vegetal de estas áreas protegidas. Por lo tanto, las posibles estrategias a tomarse en pro de la protección y conservación de los recursos forestales en cada uno de estos parques diferirán de acuerdo al estado de modificación del paisaje.

Por otra parte, se puede concluir también, que la administración federal de los parques estudiados, no supone un carácter de mayor protección hacia los recursos naturales de las áreas protegidas. Por ejemplo, los Parques Nacionales Molino de flores y Los Remedios, su cobertura vegetal es demasiado reducida y presenta especies introducidas, lo que expone una incongruencia en los objetivos de creación de su categoría ya que no se encuentran en áreas donde haya ecosistemas poco alterados.

Además, se pudo percatar que, en la mayoría de los casos expuestos, la principal problemática que perjudica directamente los recursos forestales de estos parques son los malos aprovechamientos de tierras en donde se encuentran asentadas estas áreas. Es decir, cambios de uso de suelo como la deforestación, tala ilegal, creación de conjuntos habitacionales en áreas designadas como protegidas.

Debe señalarse también, que existe una concordancia positiva entre niveles altos de cobertura vegetal (generalmente más del 70%) y aquellas ANPs que se benefician de contar con un programa de manejo, como lo son, Parques Nacionales Izta-Popo, Lagunas de Zempoala, Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca y el APFyF Nevado de Toluca que cuenta con programa de manejo, pero aun si publicar.

Estas evidencias remarcan, que realmente contar un programa de manejo resulta benéfico para las ANPs, debido a que se genera mayor eficacia en la administración de recursos, creando así más congruencia entre lo decretado en

las distintas categorías de áreas protegidas, la legislatura correspondiente y las estrategias que se proponen en los programas de manejo.

En las líneas anteriores se explica de una manera cualitativa las conclusiones percibidas fruto de este trabajo. Por otra parte, también se integran conclusiones que tienen una connotación más cuantitativa (referente a los datos y cantidades obtenidas en la identificación de cobertura vegetal) como a continuación se explica.

Las áreas naturales protegidas federales del Estado de México representan el 15.09% (339,534.32 hectáreas) conforme a la superficie total del estado 2,249,995.00 hectáreas. Haciendo una integración de los polígonos delimitantes de vegetación, así como de corredores. Los resultados de este trabajo señalan que más de la mitad de la superficie de las ANPs federales del estado (205,542.00 hectáreas, 60.54%), se encuentra cubierta de vegetación, una cifra bastante alta considerando que muchos de los parques mantienen aptitudes culturales, sociales y turísticas en vez de vegetal como es el caso de los parques nacionales: Molino de flores y Sacromonte.

De acuerdo con los fundamentos teóricos de McIntyre y Hobbs, 1999, se realizó una matriz en donde se exponen los modelos de modificación de paisaje. Asimismo, se catalogó a cada uno de los parques expuestos con el objeto de dotar una categoría de modificación del paisaje acorde a los resultados de identificación de cobertura vegetal obtenidos.

Sobre la base de las ideas expuestas y de acuerdo a los fundamentos teóricos propuestos por McIntyre y Hobbs, (1999) así como a los resultados obtenidos en la identificación de cobertura vegetal, se determinó que la mejor clasificación que se adecua a las áreas naturales protegidas federales del Estado de México resulta la clasificación de "abigarrado".

De las 13 ANPs analizadas, únicamente el parque nacional Bosencheve, reserva de la Biosfera Mariposa Monarca y el APRN denominada zona protectora forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc, y Temascaltepec presentan corredores naturales de vegetación dentro de sus límites geográficos, lo que resalta posibles oportunidades de conservación, así como diversas estrategias que permitan enlazar el paisaje entre fragmentos distantes.

Con la identificación e interpretación de los objetivos de este trabajo, fue posible la generación de mapas temáticos (se incluyen en anexos) donde se representa a escala espacial los límites decretados de cada área natural protegida, así como

nuevas poligonales que muestran el total de cobertura vegetal con el que cuenta cada parque. Esto con el fin de brindar una interpretación clara y precisa de la realidad de las ANPs federales del Estado de México.

Por otro parte, en base al análisis de resultados de este trabajo, se incluyen recomendaciones que traten de resolver en mayor medida las problemáticas que afectan directamente en la administración, conservación y aprovechamiento de los recursos forestales presentes en las Áreas Naturales Protegidas del Estado de México.

En general en todas las categorías de áreas naturales protegidas federales se recomienda lo siguiente:

- Implementar estrategias de restauración de ecosistemas en aquellas ANPs catalogadas como fragmentadas
- Promover en conjunto con SEMARNAT y CONANP un orden en los cambios de uso de suelo con los que actualmente se rigen estas ANPs con el fin de adecuarse de acuerdo a los objetivos que enmarca cada una de su categoría.
- En conjunto con la CONAFOR promover la creación de nuevos proyectos enfocados en la atención y control de plagas y especies invasoras principalmente en aquellos parques nacionales (Zoquiapan y anexas, Sacromonte y Los Remedios) que presentan una superficie reducida y localizados en las inmediaciones de zonas urbanas.
- Fomentar la creación de programas de manejo acordes a las características de cada uno de las ANPs federales, ya que únicamente 4 parques (Reserva de la biosfera Mariposa Monarca, Parque nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Launas de Zempoala y APFyF Nevado de Toluca) cuentan con uno, dejando a los parques restantes fuera de legislación de la LGEEPA que promueve la creación de programas de manejo a partir de un año después de ser el área decretada.
- Respecto a los programas de manejo se recomienda promover que los polígonos delimitantes de cobertura vegetal de las áreas naturales protegidas federales se incluyan en la zonificación en los programas de ordenamiento ecológico territorial del municipio a que corresponda para una mejor integración del paisaje entre distintos ecosistemas, así como en cada categoría de áreas naturales protegidas

- Profundizar en la investigación científica en aquellas ANPs clasificadas en la categoría de abigarrado e intacto, esto con el fin de identificar la viabilidad de implementar turismo sustentable.
- Agregar al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) el Parque nacional Nevado de Toluca ya que cuenta con una variada diversidad y características ecológicas que son consideradas de gran importancia para el Estado de México, además de no encontrarse enlistada en las 30 ANPs que la CONANP excluye de ingresar al sistema debido a que no cumplen los criterios establecidos en la LGEEPA.
- Proponer cambios en la administración del parque nacional Los Remedios, a simple vista no existen motivos por el cual dicho parque mantiene un decreto como área natural protegida, ya que no presenta las características biológicas, sociales y culturales, por las cuales se le dote de un carácter de protección. La poca superficie cubierta por bosques se encuentra amenazada debido a la presencia de especies invasoras como lo es el eucalipto, así como el alto crecimiento demográfico que experimenta esa zona. Por lo tanto, se recomienda transferir este parque a las autoridades correspondientes con el fin de cambiar los objetivos de administración de recursos de este parque.
- A manera de propuesta, se recomienda realizar los estudios pertinentes que coadyuven en el mejoramiento, así como en el aumento de los recursos naturales presentes en los parques nacionales Molino de Flores y Sacromonte, ya que, de acuerdo a los resultados obtenidos, la cantidad de cobertura vegetal de estas zonas es muy reducida y de esta, la mayor parte se encuentra catalogada como introducida.
- De ser necesario, y de acuerdo a las disposiciones legales pertinentes, se recomienda tomar acciones administrativas que implanten medidas de posible recategorizaciones en los parques anteriormente mencionados, esto con el fin de brindar una administración pertinente, esto de acuerdo a la vocación de cada parque y categoría posible a reasignar.
- Se desea remarcar la necesidad de profundizar en estudios de identificación de cobertura vegetal en áreas protegidas de competencia estatal, ya que el Estado de México es considerado uno de los estados con más superficie protegida del país.
- Se recomienda una integración de los resultados obtenidos en este trabajo para realizarse estudios que brinden un objetivo mas biológico, enfocado en

como la cantidad de cobertura vegetal de un área en específico afecta directamente en la salud de la flora y fauna presente.

Asimismo, se busca por medio de estas recomendaciones crear conciencia de la importancia biológica que existe en los parques incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP).

- Área de Protección de Flora y Fauna “Ciénegas de Lerma”
- Parque Nacional Zoquiapan y Anexas
- Parque Nacional Lagunas de Zempoala
- Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca

Los recursos naturales de las ANPs federales del estado, a pesar de las presiones negativas que ejercen en ellas, mantienen dentro de sus límites oficiales un alto contenido de cobertura vegetal, estas afirmaciones dan por hecho que, realmente se están cumpliendo los objetivos por los cuales las áreas protegidas fueron originalmente decretadas.

Sin embargo, desde una perspectiva administrativa, deberá de ser obligatorio la creación de nuevas estrategias de gestión que tomen en cuenta las distintas características biológicas, sociales, culturales y turísticas de cada parque, para generar conciencia en la importancia que tienen las áreas protegidas en nuestro medio ambiente circundante.

## Referencias bibliográficas

- Anaya, A. L., 1992. Las áreas naturales protegidas como alternativa de conservación: bosquejo histórico y problemática en México. En Anaya, A. L. (coord): Las áreas naturales protegidas de México. Sociedad Botánica de México, UNAM, SEDUE, México, Pp. 15-37.
- Badii, M. H. y J. L. Abreu, 2006. "Metapoblación, conservación de recursos y sustentabilidad" en *International Journal of Good Conscience*. Volúmen 1, número 1, Marzo-Septiembre, 37-51 pp.
- Baudry, J., y F. Burel, 2001. *Ecología del Paisaje: Conceptos, metodos y aplicaciones*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Bennet, A.F. (1998). El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre, UICN, Gland Suiza y Cambridge: Unidad de servicios de publicaciones de la UICN RU
- Carabias, J., (2010) "Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito". México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Castro, H y otros, (2002) "Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos" ed. Dirección general de la RENP y servicios ambientales, consejería del medio ambiente, junta de Andalucía.
- Cayuela, L., (2006) "Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas" en *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*. Volumen 15, numero 3. 192-198 pp.
- Ceballos, G y otros, (comp), (2009) *La biodiversidad Biológica del Estado de México. Estudio de Estado*, Toluca de Lerdo, Programa Editorial Compromiso
- Cayuela, L., y otros (2006) "Classification of a complex landscape using Dempster Shafer theory of evidence" en *International Journal of Remote Sensing*. Volumen 27, número 10. 1951-1971 pp.
- Cornejo-Tenorio, G., y otros (2003) "Flora y vegetación de las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México" en *Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* (73)
- De la Maza, Roberto, 1999. "Una historia de las áreas naturales protegidas de México". Gaceta Ecológica México, número15, 15-34.
- Diamond, J.D. (1975). The island dilemma. *Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves* en *Biological Conservation*, 7. 129-146 pp.

Duran, E., y otros (2002) *El paisaje en Ecología* en Revista de Cultura Científica. Volumen 67, julio-septiembre, 44-50 pp.

Galván-Guevara y otros, (2015) "Determinación de la fragmentación del bosque seco del arroyo Pechelín, Montes de María, Caribe, Colombia" en *Biota Colombiana* número. julio-diciembre, pp. 149-157.

Gobierno del Estado de México, (1999) "Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 1999", Secretaría de Ecología, México

González, J., (2010) "Carl Troll y la geografía del paisaje: vida, obra y traducción de un texto fundamental" en Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. Número 59, abril 2012, pp. 173-200

Gutiérrez, D., (2002). "Metapoblaciones un pilar básico en biología de conservación" en: Ecosistemas, revista científica y técnica de ecología y medio ambiente, Año 11, número 3, septiembre-diciembre.

Hobbs, R.J., y A.J.M. Hopkins 1990. *From frontier to fragments: European impacts on Australia's vegetation* en Proceedings of the ecological Society of Australia, volumen 16, número, 93-114 pp.

Lopez-Perez R.A, F. Becerril-Morales, (2014) Meta...qué ¡Metapoblación!, Instituto de Recursos, Universidad del Mar.

McIntyre, S y R. Hobbs, (1999) *A framework for conceptualizing human effects on landscapes and its relevance to management and research models* en Conservation Biology, Volumen 13, número 6, diciembre, 1282-1292 pp.

Meffe y otros, (1997) Principles of Conservation Biology, Sinauer associates inc, pp. 269-299.

Melo Gallegos, C. (2002), Áreas Naturales Protegidas de México en el siglo XX, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Múgica, M y otros, (2002) *Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos*, NP Dirección General de la RENP, Consejería del Medio Ambiente, Junta de Andalucía España Ed: Tecnographic. S.1.

Noss, R.F. (1987) *Corridors in real landscapes: A reply to Simberloff and Cox* en *Conserv. Bio.* 4. 159-164 pp.

Noss, R. F. (1991) *Landscape Conectivity: Different functions at different scales* en *Landscape linkages and biodiversity*, Washington D.C ed W.E Hudson, island press, pp. 27-39.

Ochoa, S. 2000. El proceso de fragmentación de los bosques en los altos de Chiapas y su efecto sobre la diversidad florística. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México

Phillips y otros, (2004), Protected Areas Categories en Parks the international journal of protected area managers. Volumen 3. Número 14.

Ramírez, M.I. y R. Zubieta. 2005. Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Reporte Técnico preparado para el Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca. México D.F. septiembre 2005

Soulé, M. E. (1991) *Theory and strategy*. En *Landscape linkages and biodiversity*, Washington D.C ed W.E Hudson, island press, pp. 91-104

Turner y otros, (2001) *Landscape Ecology in theory and practice*, Springer. Notas de referencia por K. McGarigal.

Vargas, M. F., (1997) *Parques Nacionales de México Volumen II: Zonas Norte y Sur*, Instituto Nacional de Ecología, México.

Valle Rodríguez, Santiago. 2006. Las áreas Naturales Protegidas en México. Un ejemplo de propuesta de gestión de una Área Protegida y plan de manejo en “La Sierra de Monte Escobedo” (Zacatecas, México). Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona.

#### **Referencias electrónicas**

Calvo, D y otros, (2009) “Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente “en Hezkuntza (En Línea), McGraw Hill, Disponible en: [http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43-20621/es/contenidos/informacion/zisapro/es\\_5807/adjuntos/ctierra-n3.pdf](http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43-20621/es/contenidos/informacion/zisapro/es_5807/adjuntos/ctierra-n3.pdf), Accesado: 20/02/2014

Cámara de Diputados del honorable Congreso del Estado de México, “LV” Legislatura (2005) “Código de la Biodiversidad del Estado de México” en Gobierno del Estado de México, México (En Línea) Disponible en: <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/cod/vig/codvig009.pdf> Accesado: 25/02/14

Ceballos, G, (2011) Propuesta de recategorización y edecreto del Parque Nacional Nevado de Toluca (En Línea), Secretaria del Medio Ambiente, Disponible en: [http://www.ccmss.org.mx/descargas/Propuesta\\_de\\_recategorizacion\\_y\\_edecreto\\_del\\_parque\\_nacional\\_nevado\\_de\\_Toluca.pdf](http://www.ccmss.org.mx/descargas/Propuesta_de_recategorizacion_y_edecreto_del_parque_nacional_nevado_de_Toluca.pdf) Accesado 25/09/2016

Centro para la Biología de la Conservación, (1996) “Fragmentación y Metapoblaciones” en *Ecotono* (En Línea), disponible en: <http://www.ecovivero.org/fragmentacion> Accesado: 25/08/2014

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos de Baja California (CECYTEBC), (2014) “Conceptos básicos de Ecología”, México, (En Línea) disponible en: <http://www.cecycytec.edu.mx/HD/archivos/antologias/ecologia.pdf> Accesado 19/03/2015

Comisión Estatal de Áreas Naturales Protegidas y de la Fauna (CEPANAF), (2000) “Áreas Naturales Protegidas del Estado de México”. Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna. México. (En línea) disponible en: [http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas\\_naturales\\_protegidas/categorias\\_areas\\_protegidas/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm) Accesado: 20/05/2015

Comisión Estatal de Áreas Naturales Protegidas y de la Fauna (CEPANAF) (2014) “Categorías de las Áreas Naturales Protegidas” en Portal Estado de México, México, Disponible en: [http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas\\_naturales\\_protegidas/categorias\\_areas\\_protegidas/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm) Accesado: 25/02/14

Comisión Estatal de Áreas Naturales Protegidas y de la Fauna (2015) “Diagnóstico de las ANP’s del Estado de México” en Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas del Estado de México, (En línea) México, Disponible en: [http://areasnaturales.edomex.gob.mx/diagnostico\\_areas\\_edomex](http://areasnaturales.edomex.gob.mx/diagnostico_areas_edomex) Accesado: 20/05/2015

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2007) “Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012, México, disponible en: [http://www.conanp.gob.mx/quienes\\_somos/pdf/programa\\_07012.pdf](http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/pdf/programa_07012.pdf) Accesado: 20/02/2016

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (2008) ¿Qué son las Áreas Naturales Protegidas? En: Portal Estado de México, México, disponible en: [http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas\\_naturales\\_protegidas/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/index.htm) Accesado: 20/02/2014

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2014) “Áreas Protegidas Decretadas, México, disponible en: [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/) Accesado: 25/02/2014

Duran, E. y otros (2002) “El paisaje en ecología” en *ejournal*. (En línea). México. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no67/CNS06705.pdf> Accesado: 13/02/14

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2010) “Áreas de protección de recursos naturales” en CONANP, (En línea), México, Disponible en: [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/areas\\_prot.php](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/areas_prot.php) Accesado: 25/11/2016

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2013) “Borrador del programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca” en: CONANP, (En línea), México. Disponible en: <http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/BORRADOR%20PM%20NEVADO%20D E%20TOLUCA-311013.pdf> Accesado: 19/03/2015

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2008) “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, México, disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion\\_internacional/doctos/m2010\\_cdb.html](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/m2010_cdb.html) Accesado: 25/04/2014

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2011) “¿Quiénes somos? Historia”. (En línea), México, disponible en: [http://www.conanp.gob.mx/quienes\\_somos/historia.php](http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/historia.php) Accesado: 30/14/2016

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2014) “Regiones Biogeográficas” (En línea), México, disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/regionesbio.html> Accesado: 26/04/2014

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2014) “Principios de la Biología de la Conservación: Pautas recomendadas para la comprensión e instrucción de la conservación por el comité de educación de la sociedad para la biología de la conservación.” (En Línea), México, disponible en: [https://conbio.org/images/content\\_prof\\_dev/conservation\\_literacy\\_espanol1.pdf](https://conbio.org/images/content_prof_dev/conservation_literacy_espanol1.pdf) Accesado: 26/04/2014

Contreras, R y otros (2001) “Conceptos Biogeográficas” en Elementos buap. (En Línea), México, disponible en: <http://www.elementos.buap.mx/num41/pdf/33.pdf> Accesado: 26/04/2014

Convenio Europeo del Paisaje, (2000) “Capítulo 1. Disposiciones Generales” (En Línea), Florencia, disponible en: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0670786.pdf> Accesado: 26/04/2014.

Ecología del paisaje y metapoblaciones [http://www.farq.edu.uy/joomla/images/stories/PAISAJE/Ecologia\\_del\\_paisaje/bibliografia/Dajoz\\_CAPITULO\\_19\\_-\\_Ecologia\\_del\\_paisaje\\_y\\_metapoblaciones.pdf](http://www.farq.edu.uy/joomla/images/stories/PAISAJE/Ecologia_del_paisaje/bibliografia/Dajoz_CAPITULO_19_-_Ecologia_del_paisaje_y_metapoblaciones.pdf)

Ceballos, G, (2003) “Ficha Informativa de los humedales Ramsar” en *Ramsar-CONANP* (En línea), México, disponible en: [http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR\\_RAMSAR/Estado\\_de\\_Mexico/Cienegas\\_de\\_Lerma/Ci%C3%A9negas%20de%20Lerma.pdf](http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Estado_de_Mexico/Cienegas_de_Lerma/Ci%C3%A9negas%20de%20Lerma.pdf) Accesado: 12/03/2015

Gobierno del Estado de México (GEM), (2007) “Diagnóstico Ambiental del Estado de México por Regiones Hidrográficas 2007” en *Portal Estado de México* (En Línea), México, Disponible en: [http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex\\_archivo/sma\\_pdf\\_da\\_em\\_2007.pdf](http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_da_em_2007.pdf) Accesado: 27/04/2014

Gobierno del Estado de México, (2011) “Atlas de la cuenca del Río Lerma en el estado de México” en *Portal Estado de México* (En Línea), México, Disponible en: <http://www.edomexico.gob.mx/cuenca/html/atlas.htm> Accesado: 27/04/2014

Gobierno del Estado de México (GEM), (2014) "Descripción del Estado de México" en *Portal Estado de México* (En Línea), México. Disponible en: [http://portal2.edomex.gob.mx/sma/cuida\\_medioambiente/cambio\\_climatico/groups/public/documents/edomex\\_archivo/sma\\_pdf\\_cam\\_clima\\_2.pdf](http://portal2.edomex.gob.mx/sma/cuida_medioambiente/cambio_climatico/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_cam_clima_2.pdf) Accesado: 30/05/2014

Gómez, A. y otros, (2005) "Análisis de fragmentación de los ecosistemas boscosos en una región de la cordillera central de los andes colombianos" en *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* (En línea) vol. 4, núm. 7, julio-diciembre 2005, Colombia, disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75004702> Accesado: 09/10/14)

González, J., (2010) "Carl Troll y la geografía del paisaje: vida, obra y traducción de un texto fundamental" en *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. Número 59, abril 2012, pp. 173-200

Gutiérrez, D., (2002). "Metapoblaciones un pilar básico en biología de conservación" en: *Ecosistemas*, revista científica y técnica de ecología y medio ambiente, Año 11, número 3, septiembre-diciembre.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), (2007) "Áreas naturales protegidas: instrumento estratégico para la conservación de la biodiversidad" (En línea), México, disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetitas/244/ileana.html> Accesado: 20/03/2016

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). (2006<sup>a</sup>). Resultados Definitivos del II Censo de Población y Vivienda 2005. Comunicado núm. 087/06. México. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_Serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/compendio/2005\\_p1.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_Serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/compendio/2005_p1.pdf) Accesado: 10/08/15

Instituto Nacional de Geografía y Estadística, (INEGI) (2014) "Regiones naturales y biogeografía de México" (En Línea), México, disponible en: [http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL\\_REGNATBIOGEOG\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL_REGNATBIOGEOG_VS_ENERO_29_2008.pdf) Accesado: 26/04/2014

Irastorza, P., (2006) "Integración de la ecología del paisaje en la planificación territorial. Aplicación en la comunidad de Madrid". (En Línea), España, disponible en: [http://oa.upm.es/468/1/PEDRO\\_IRASTORZA\\_VACA.pdf](http://oa.upm.es/468/1/PEDRO_IRASTORZA_VACA.pdf) Accesado: 25/05/2015

Mateo, J., (2014) "La concepción sobre los paisajes vista desde la geografía". (En Línea), Cuba, disponible en: <http://www.uco.es/~gt1tomam/master/paisaje/mateorodriguez.pdf> Accesado: 25/05/14

Milián, L., (2007) "Historia de la Ecología" en *Biblioteca USAC*. (En Línea). Guatemala, disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07\\_1934.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1934.pdf) .  
Accesado: 08/04/2014

Monroy-Vilchis, O., (2014) "Principios generales de Biología de la Conservación", México (En línea) Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/395/monroy.html> Accesado: 10/06/2014

Morlans, M., (2005). "Introducción a la ecología del Paisaje" en *Editorial Universidad Nacional de Catamarca*. (En línea). Argentina, Disponible en: <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/001-Introd-ecologia-del-paisaje.pdf> Accesado: 13/02/2014

Organización de las Naciones Unidas. (1992) "Convenio sobre la Diversidad Biológica" (En Línea) disponible en: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.  
Accesado: 25/04/2014

Peña-Becerril, J.C., y otros (2005) "Uso del efecto borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical" en *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* (En Línea) Volúmen 8, Número 2, México, disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/432/43220804.pdf> Accesado: 11/12/2015

Ramírez, M.I. y R. Zubieta. 2005. Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Reporte Técnico preparado para el Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca. México D.F. septiembre 2005

Ramírez, J., (2007) "Principios de Biogeografía" en *Revista de Investigación* 360. (En Línea), Puerto Rico, Disponible en: <http://cremc.ponce.inter.edu/3raedicion/articulo5.htm> Accesado: 26/04/2014

Ruiz, B., Héctor, José, Arellano, M. (2014) "Instrumentos y Estrategias Áreas Naturales Protegidas" (En Línea), México. Disponible en: <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap8/05%20Areas%20naturales%20protegidas.pdf> Accesado: 11/05/2014

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (2007) "Situación de la Flora y Fauna del Estado de México respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2001" en *Portal Estado de México* (En Línea), México. Disponible en: [http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex\\_archivo/sma\\_pdf\\_flora\\_fauna\\_em.pdf](http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_flora_fauna_em.pdf) Accesado: 20/11/2014

Suarez P, y otros (2011), "Heterogeneidad del paisaje de selva semicaducifolia montana en tres cuencas de los Andes venezolanos". Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/34392/1/articulo1.pdf> Accesado: 10/06/2014

Subiros, J. y otros., (2006) "Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía" en *Universidad de Girona*. (En Línea). Girona, disponible en: <http://dugidoc.udg.edu/bitstream/handle/10256/1824/72657-83244-1-PB.pdf?sequence=1>.  
Accesado: 09/06/2014

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, (2014) "¿Qué es un Área Protegida?" en *UICN* (En Línea) Disponible en: [http://www.iucn.org/es/sobre/union/secretaria/oficinas/sudamerica/sur\\_trabajo/sur\\_aprotegidas/ap\\_quees.cfm](http://www.iucn.org/es/sobre/union/secretaria/oficinas/sudamerica/sur_trabajo/sur_aprotegidas/ap_quees.cfm) Accesado:

Universidad Nacional de Colombia, (2014) "Breve historia de la Ecología" (En Línea), Colombia, Disponible en: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap04/04\\_01\\_01.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap04/04_01_01.htm) Accesado: 13/02/2014

Universidad Nacional del Nordeste, (2011) "Biogeografía y Geografía Ambiental" (En Línea), Argentina, disponible en: [http://hum.unne.edu.ar/academica/departamentos/dptogeog/catedras/biogeografia/apuntes\\_bio.pdf](http://hum.unne.edu.ar/academica/departamentos/dptogeog/catedras/biogeografia/apuntes_bio.pdf) Accesado: 13/11/2014

Usher, M.B. 1987. Effects of fragmentation on communities and populations: a review with applications to wildlife conservation. (En Línea), disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/292661421\\_Effects\\_of\\_fragmentation\\_on\\_communities\\_and\\_populations\\_a\\_review\\_with\\_applications\\_to\\_wildlife\\_conservation](https://www.researchgate.net/publication/292661421_Effects_of_fragmentation_on_communities_and_populations_a_review_with_applications_to_wildlife_conservation)

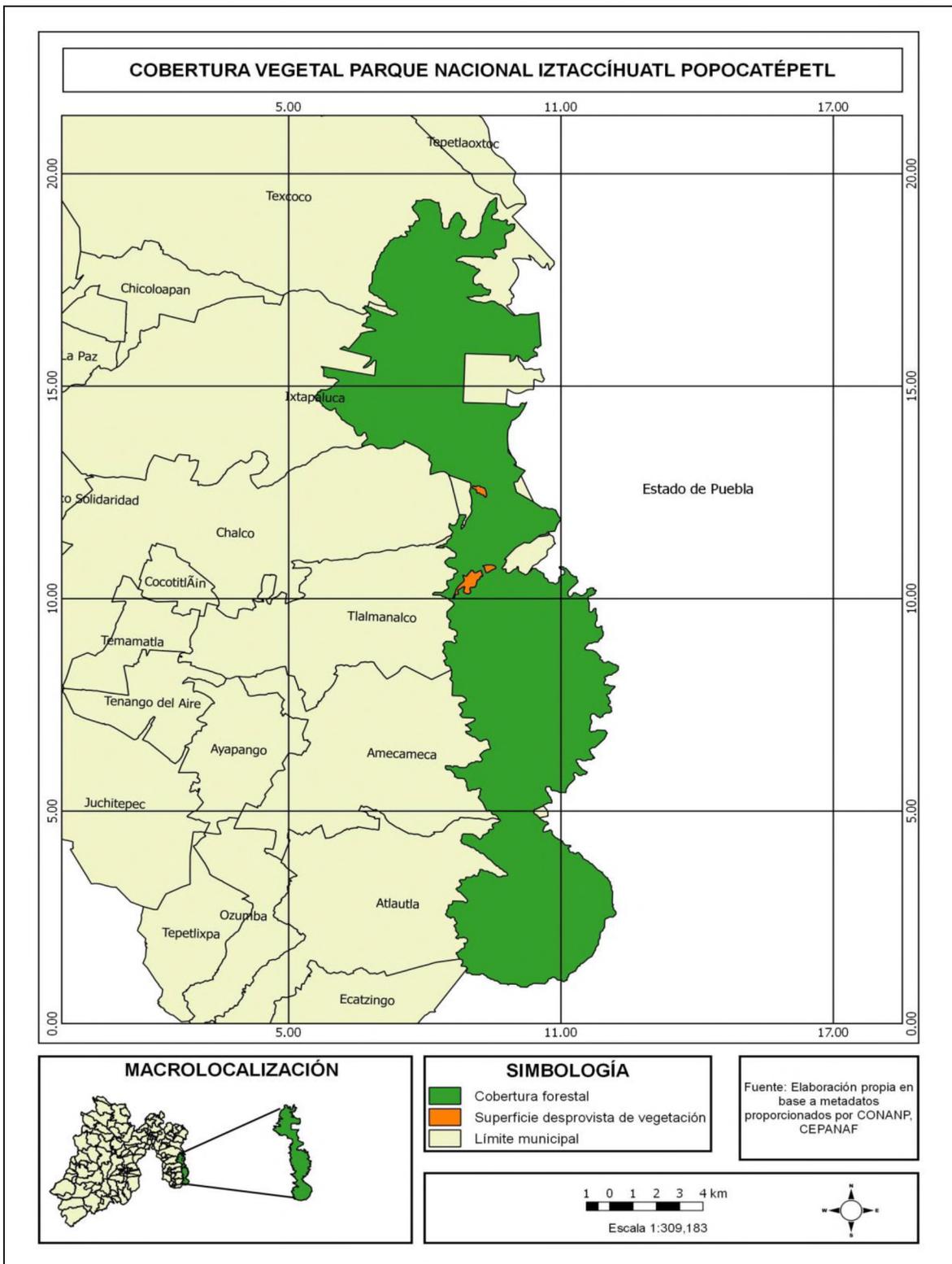
Vila, J y otros, (2006) "Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía (En línea), Francia. Disponible en: <http://dugidoc.udg.edu/bitstream/handle/10256/1824/72657-83244-1-PB.pdf?sequence=1> Accesado: 25/02/14

World wild found (WWF), (2012) "Degradación y pérdida forestal en la zona núcleo de la reserva de la biosfera mariposa monarca 2011-2012", (En línea), México, disponible en: [http://awsassets.panda.org/downloads/rep\\_monitoreo\\_forestal\\_monarca\\_2011\\_2012\\_3\\_junio\\_2012\\_resumen\\_ejecutivo\\_1.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/rep_monitoreo_forestal_monarca_2011_2012_3_junio_2012_resumen_ejecutivo_1.pdf) Accesado: 20/12/15

Yañez. C.F. (2007). "Las Áreas Naturales Protegidas en México, criterios para su determinación. Caso estudio: Sierra Tarahumara, Estado de Chihuahua" en *ai*. (En línea). México, disponible en: <http://www.ai.org.mx/ai/archivos/coloquios/2/Las%20areas%20naturales%20protegidas%20en%20Mexico.pdf> Accesado: 13/02/2014

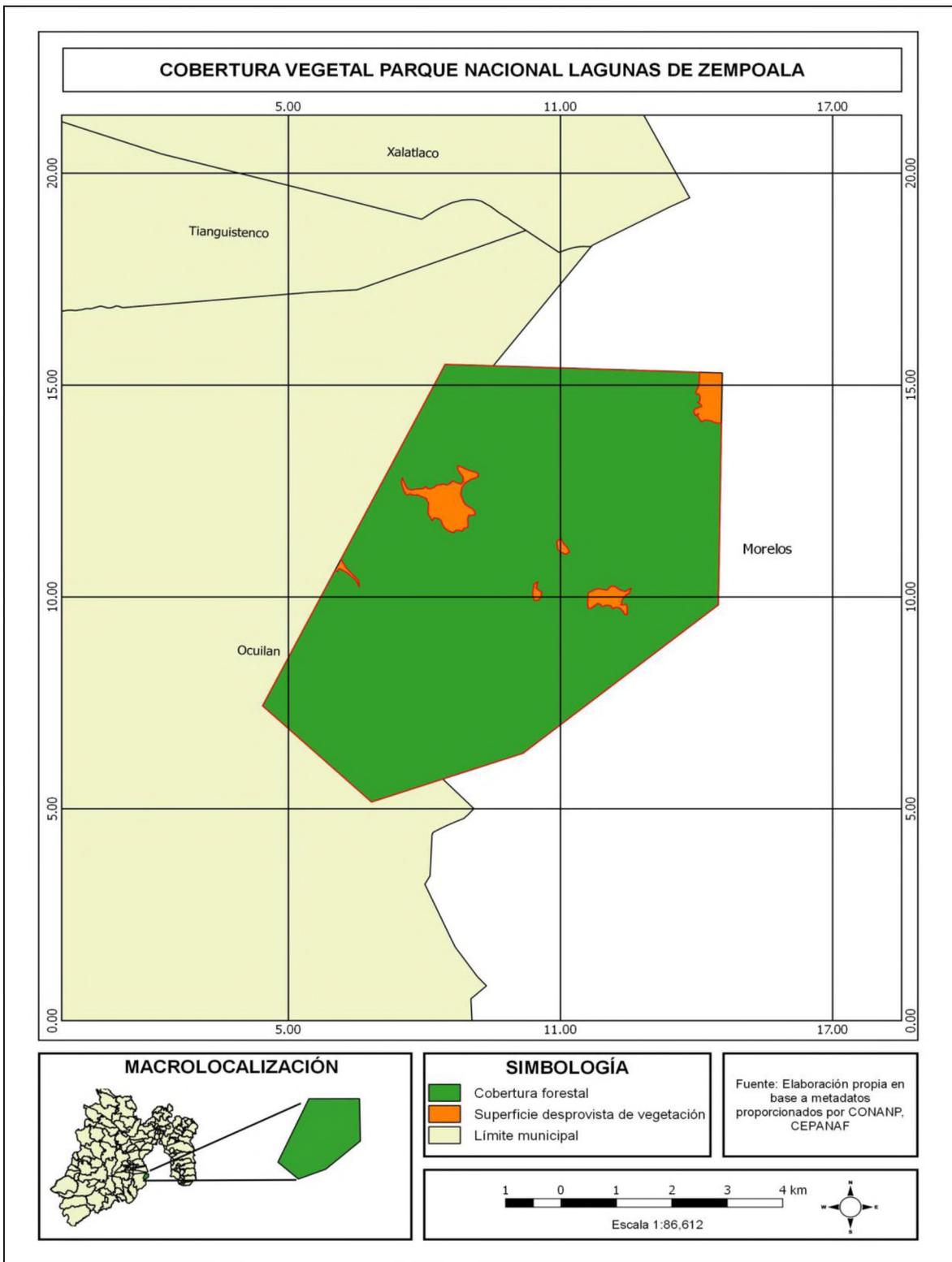
# Anexos

Mapa 3.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl



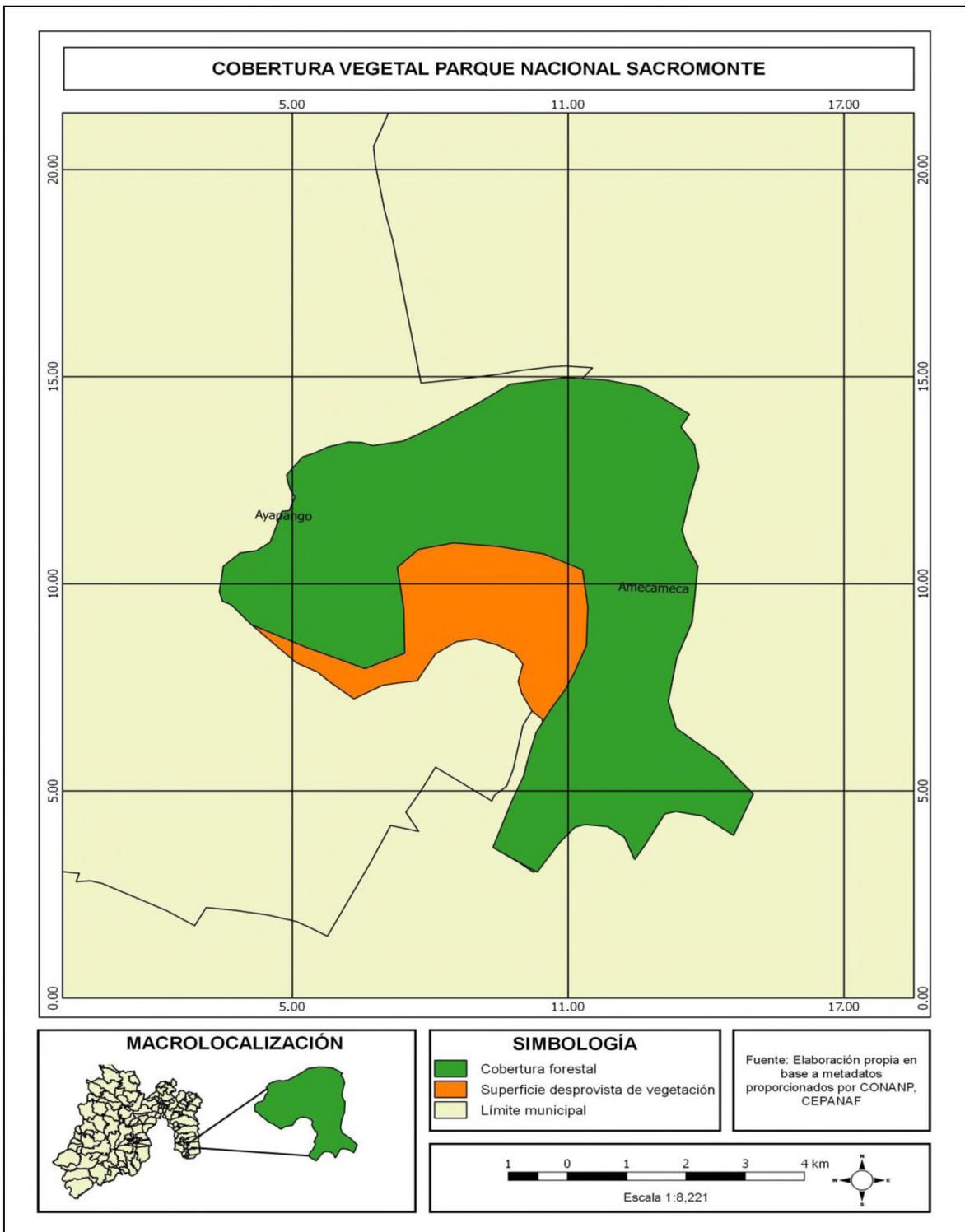
Fuente: Elaboración propia

Mapa 4.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Lagunas de Zempoala



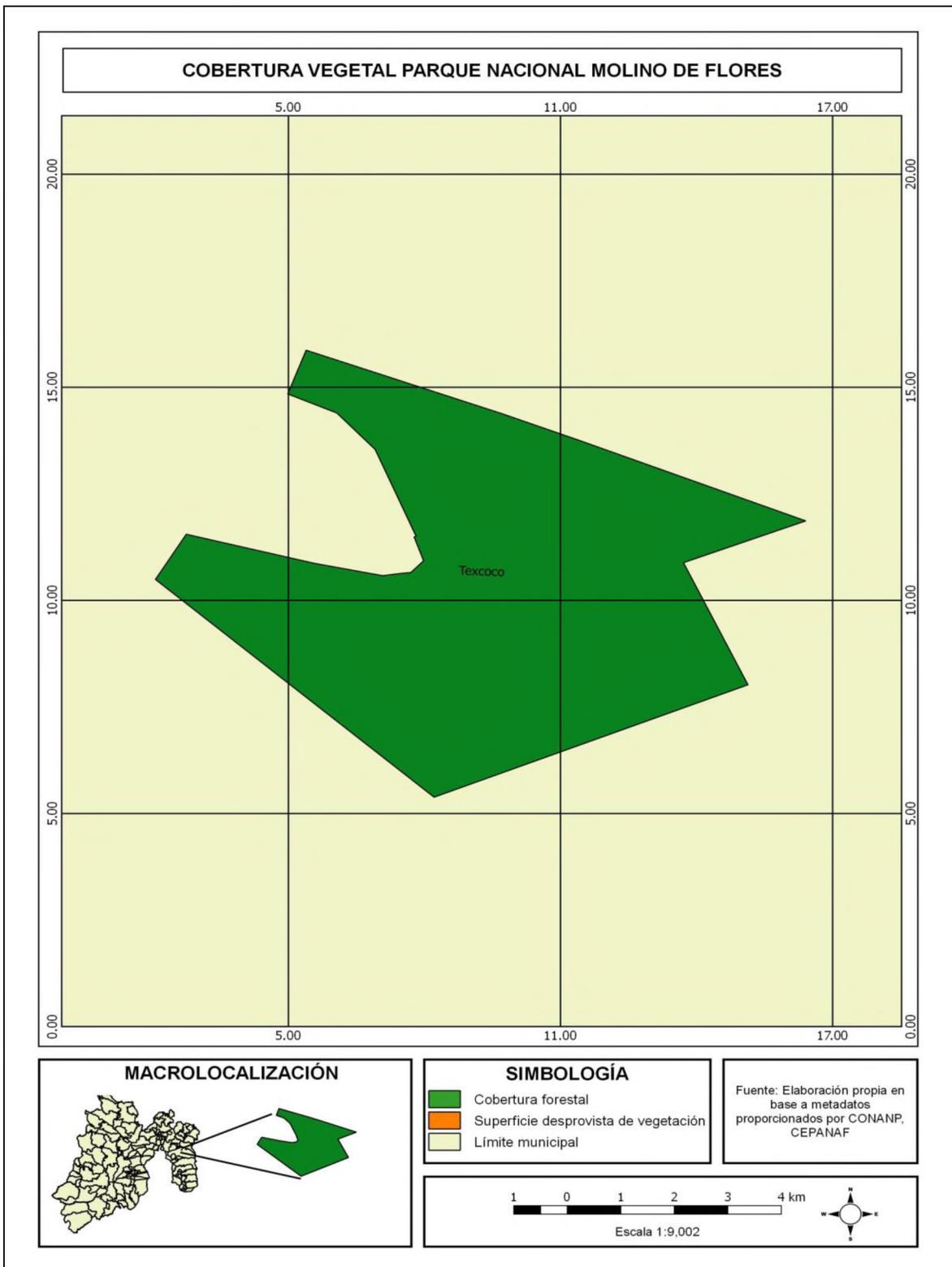
Fuente: Elaboración propia

Mapa 5.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Sacromonte



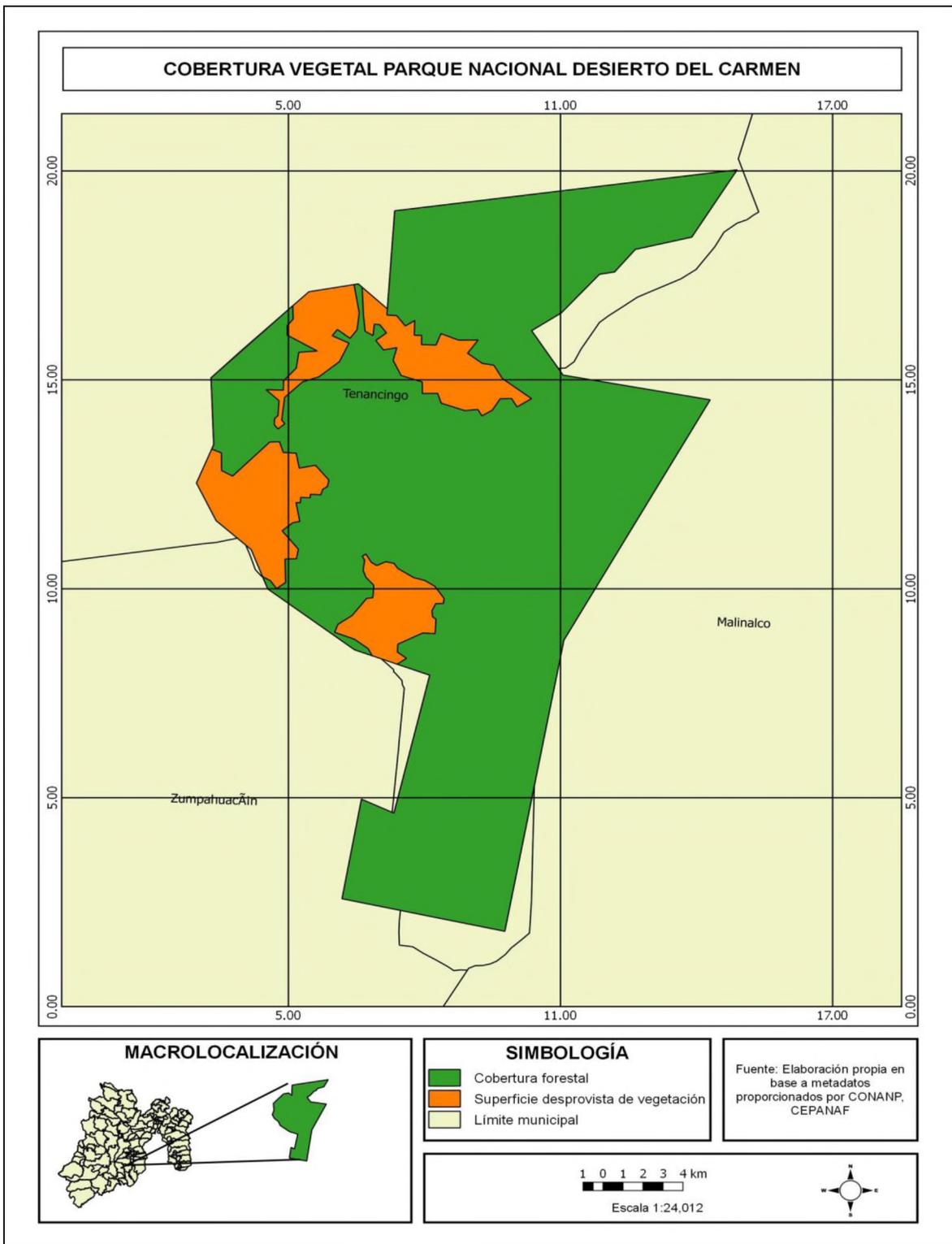
Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Molino de Flores



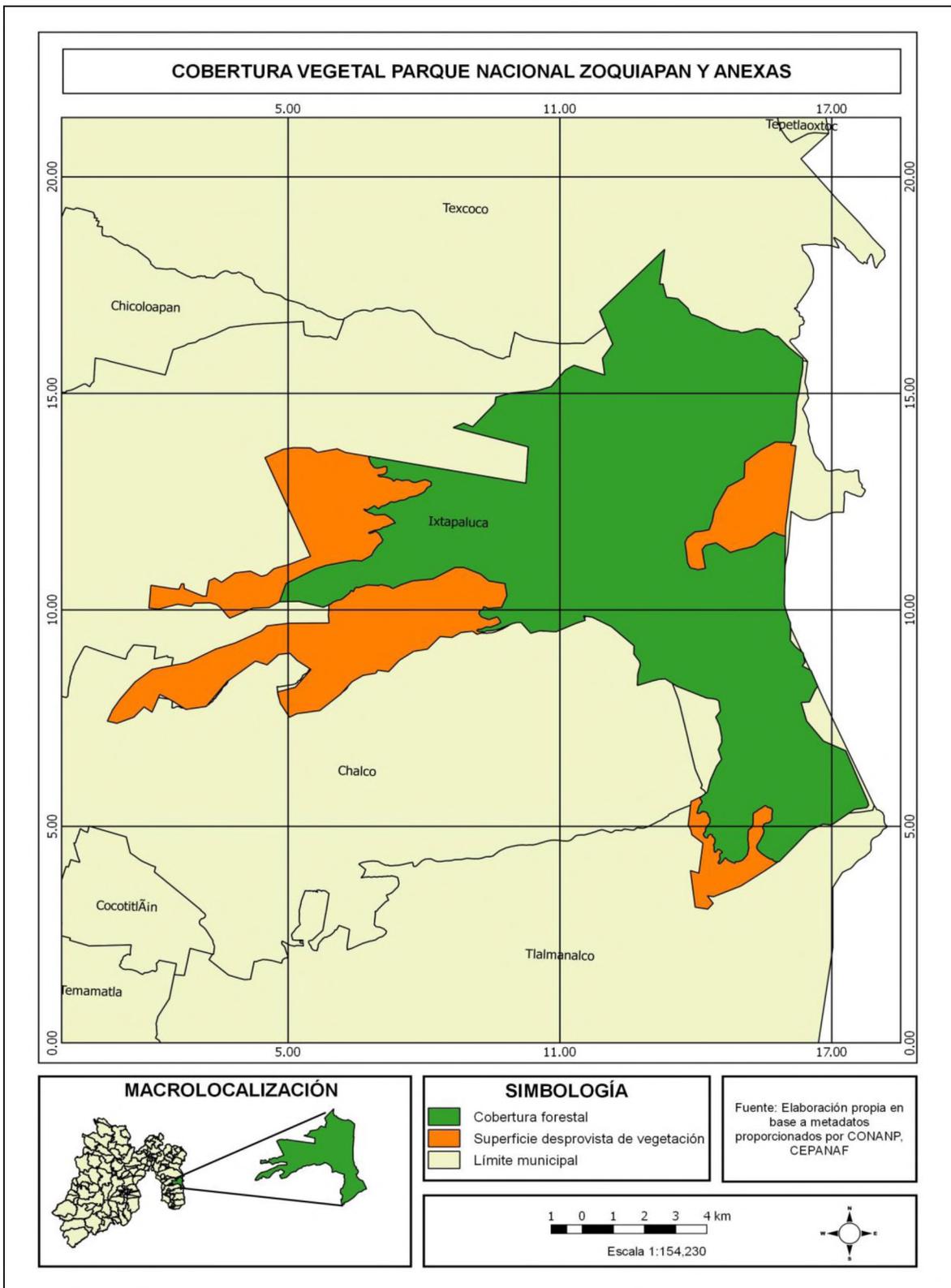
Fuente: Elaboración propia

Mapa 7.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Desierto del Carmen



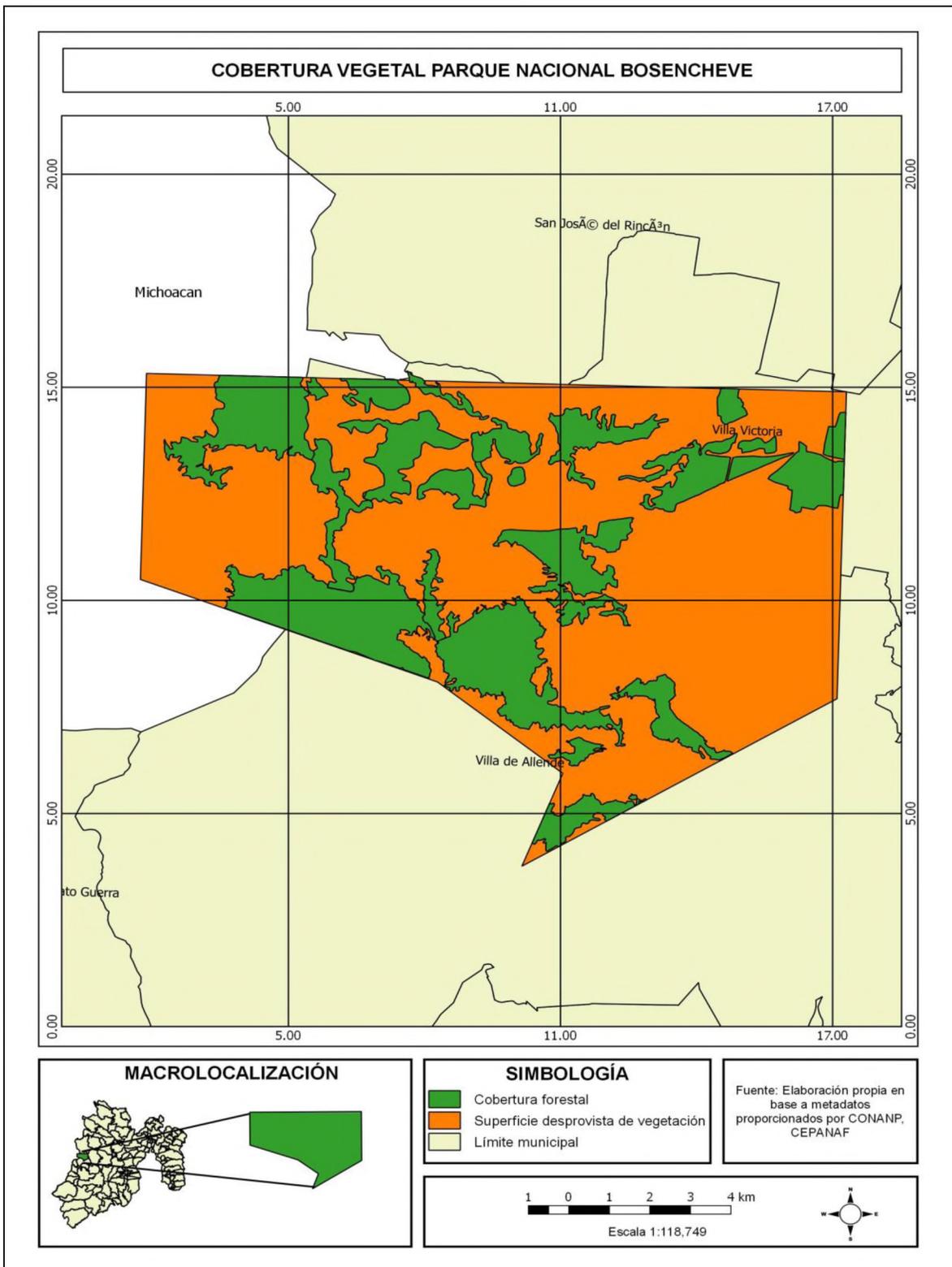
Fuente: Elaboración propia

Mapa 8.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Zoquiapan y Anexas



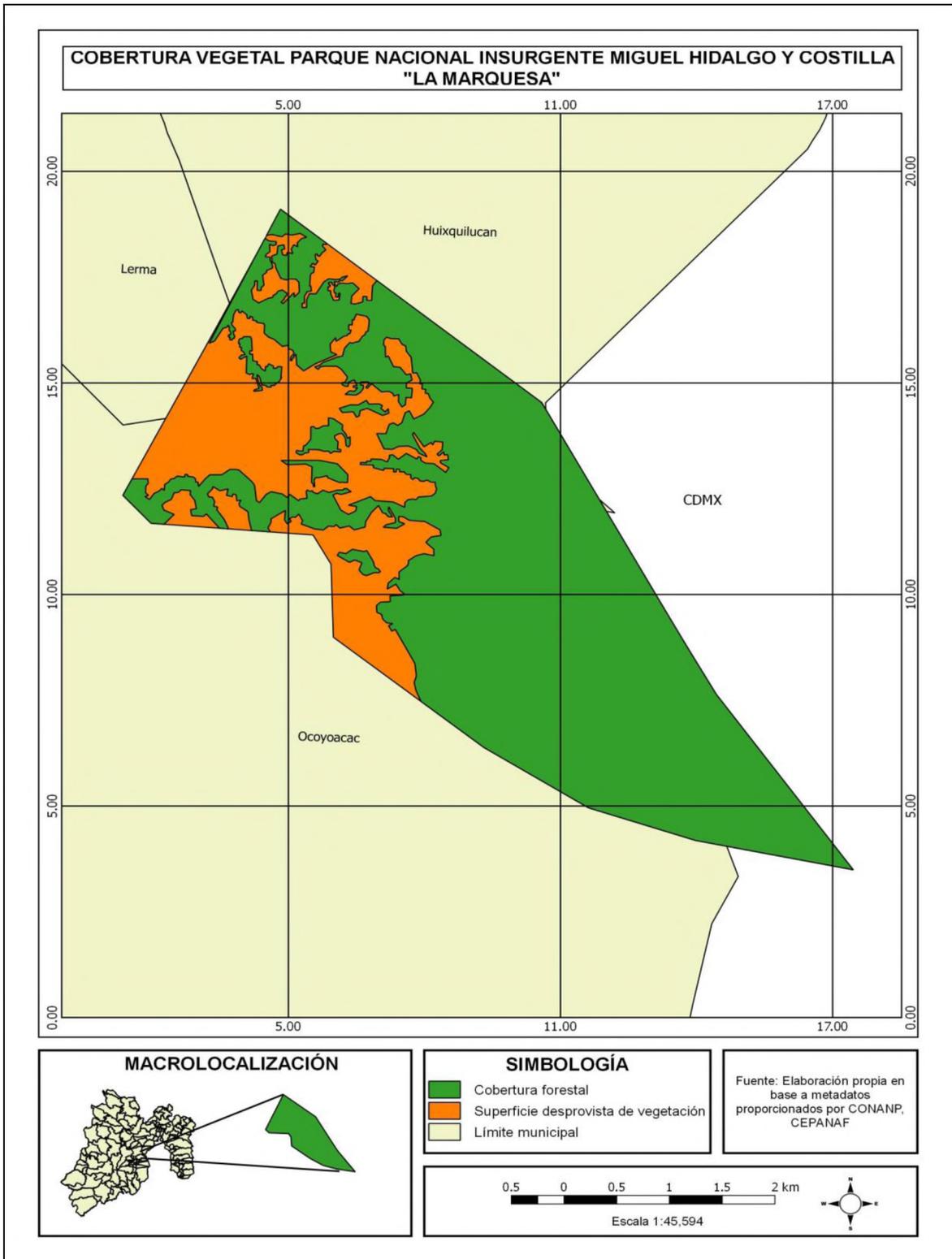
Fuente: Elaboración propia

Mapa 9.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Bosenceve



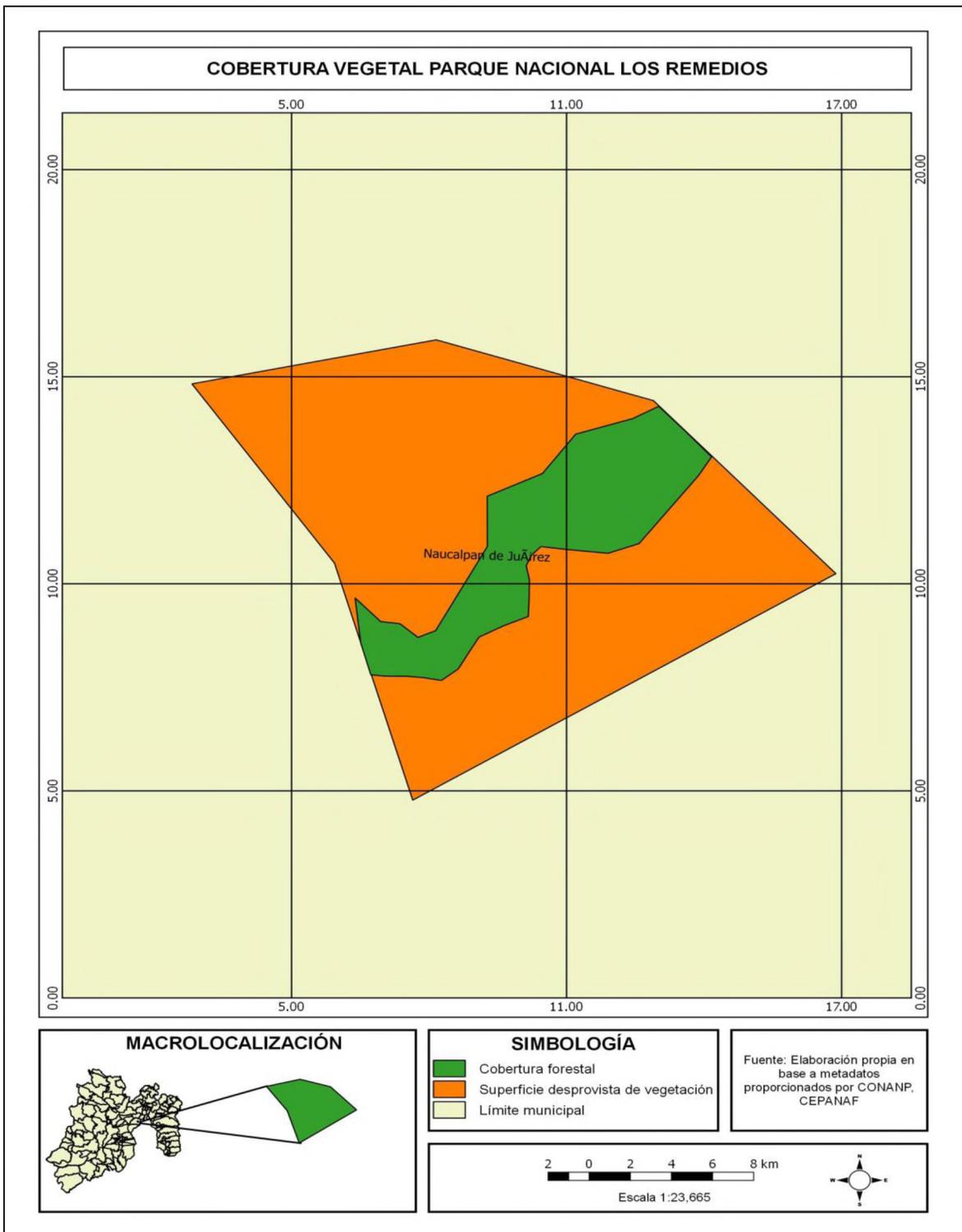
Fuente: Elaboración propia

Mapa 10.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Miguel Hidalgo y Costilla "La Marquesa"



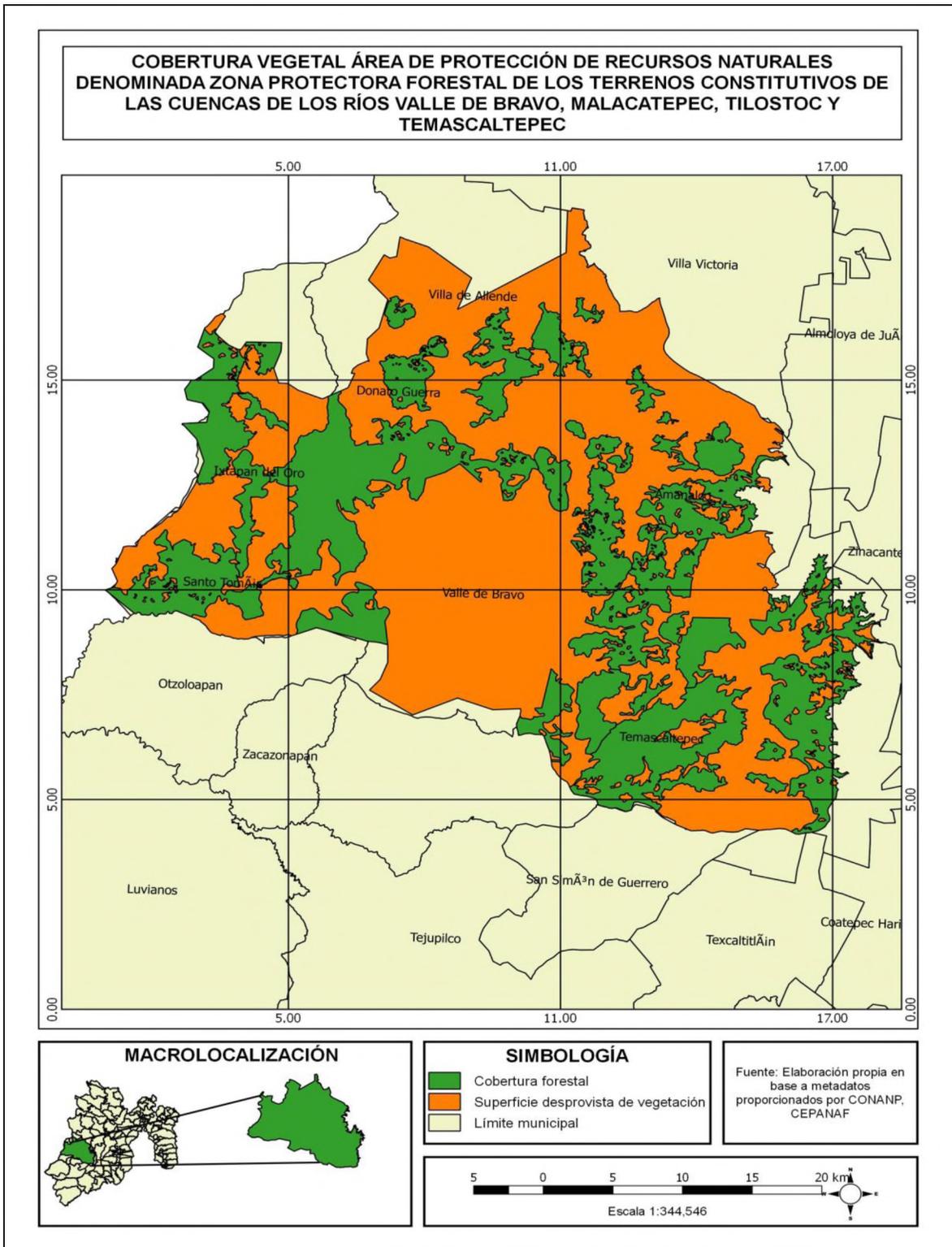
Fuente: Elaboración propia

Mapa 11.- Cobertura Vegetal en Parque Nacional Los Remedios



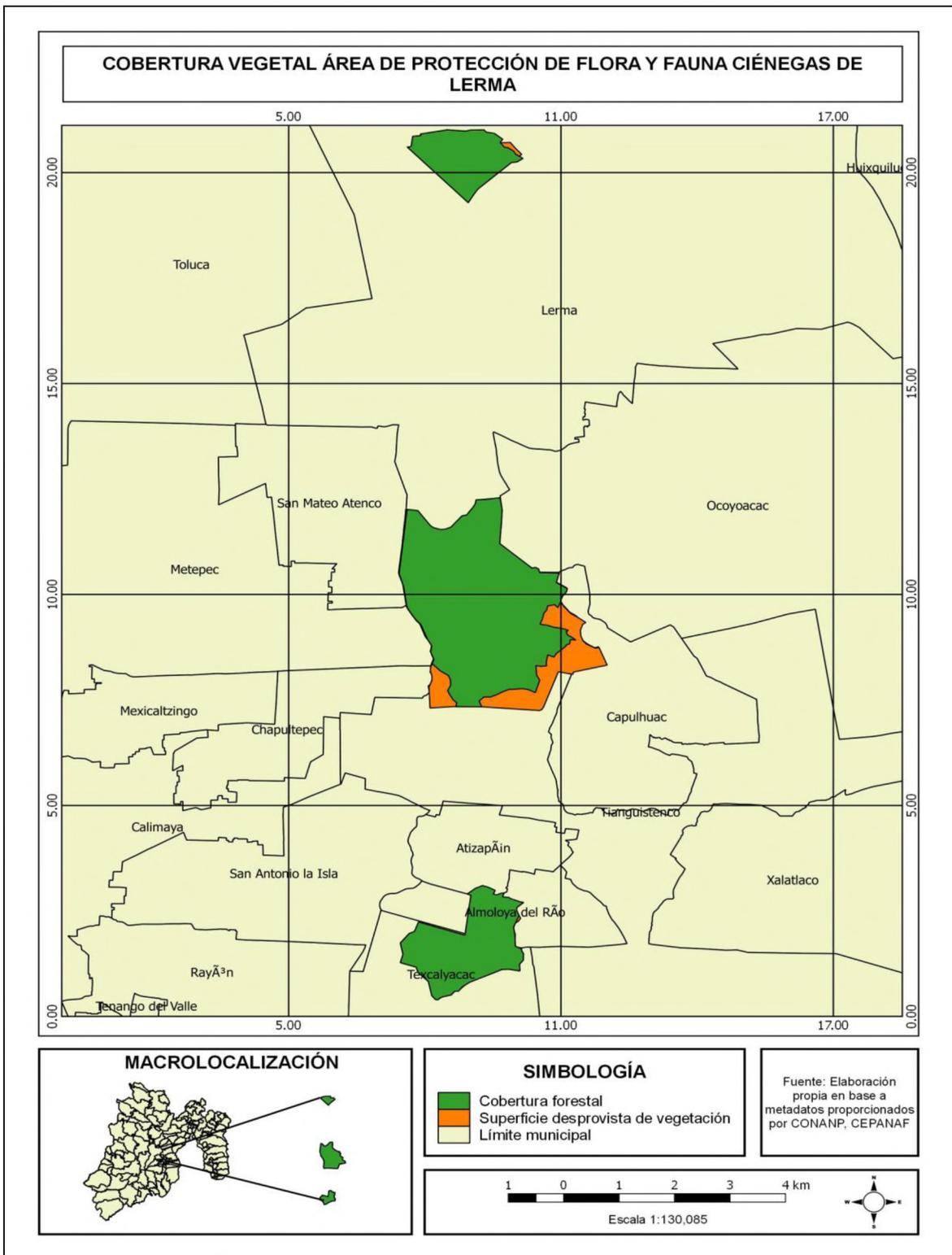
Fuente: Elaboración propia

Mapa 12.- Cobertura Vegetal en Área de Protección de Recursos Naturales denominada Zona Protectora Forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec



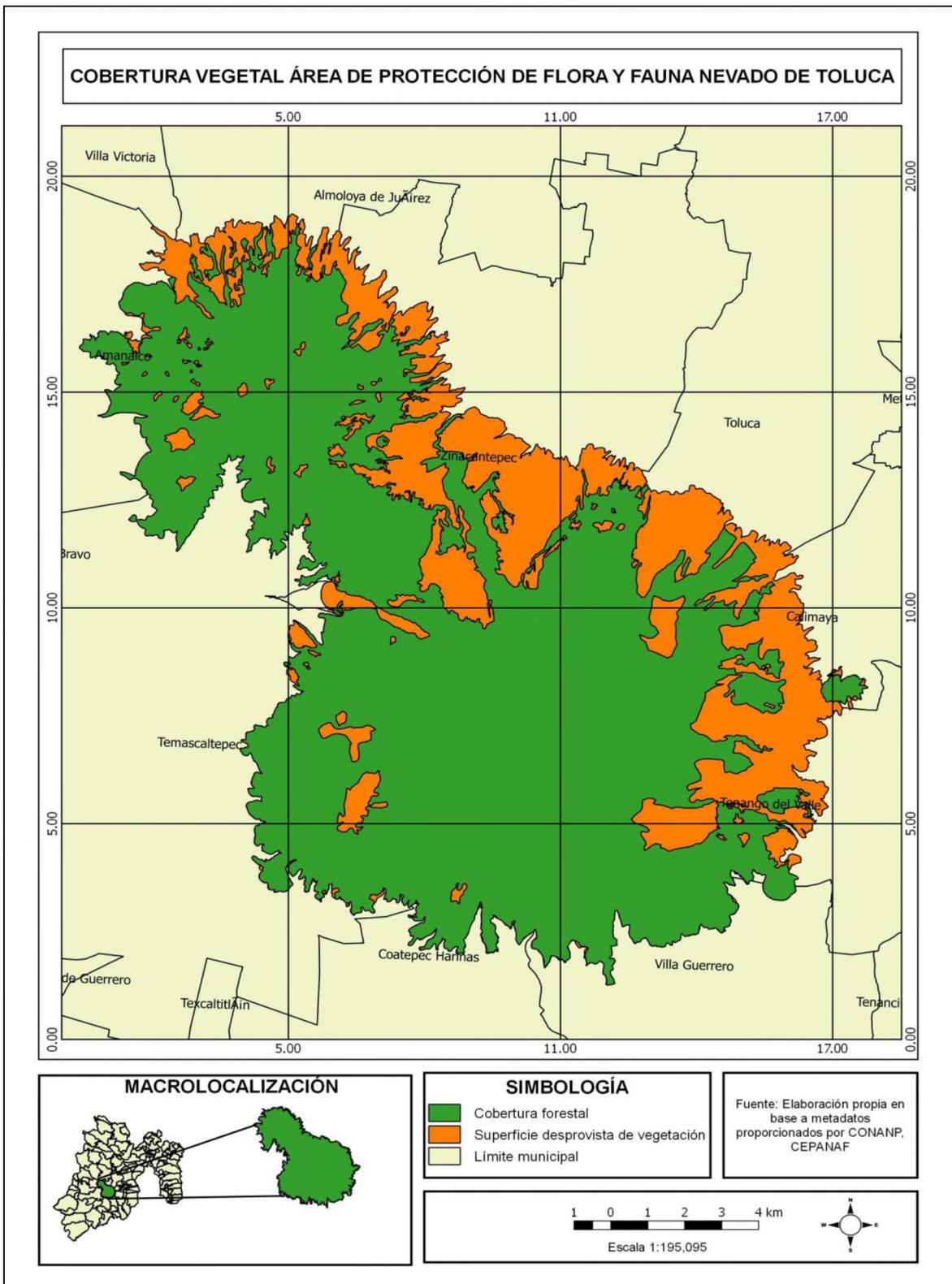
Fuente: Elaboración propia

Mapa 13.- Cobertura Vegetal en Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas de Lerma



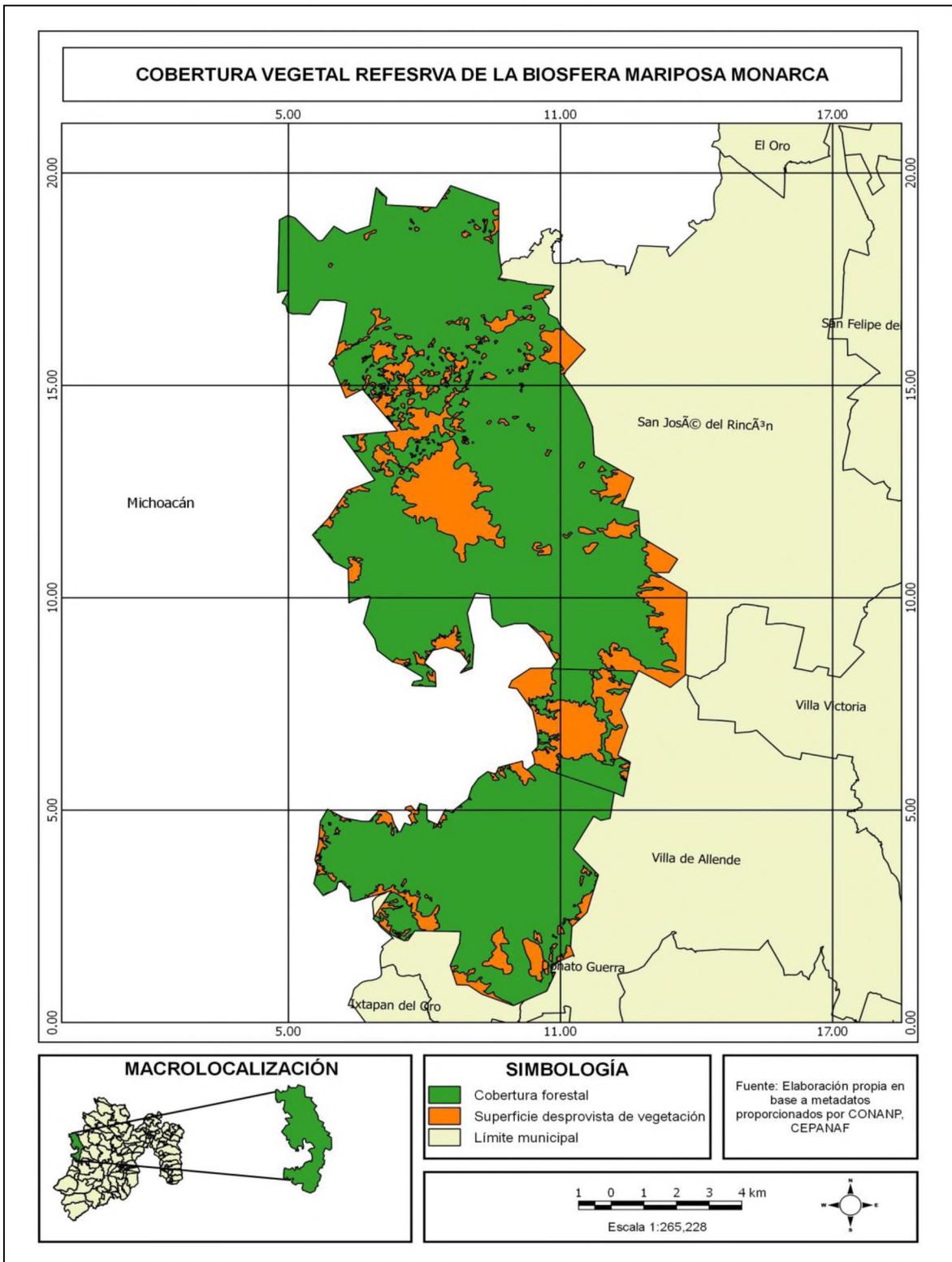
Fuente: Elaboración propia

Mapa 14.- Cobertura Vegetal en Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca



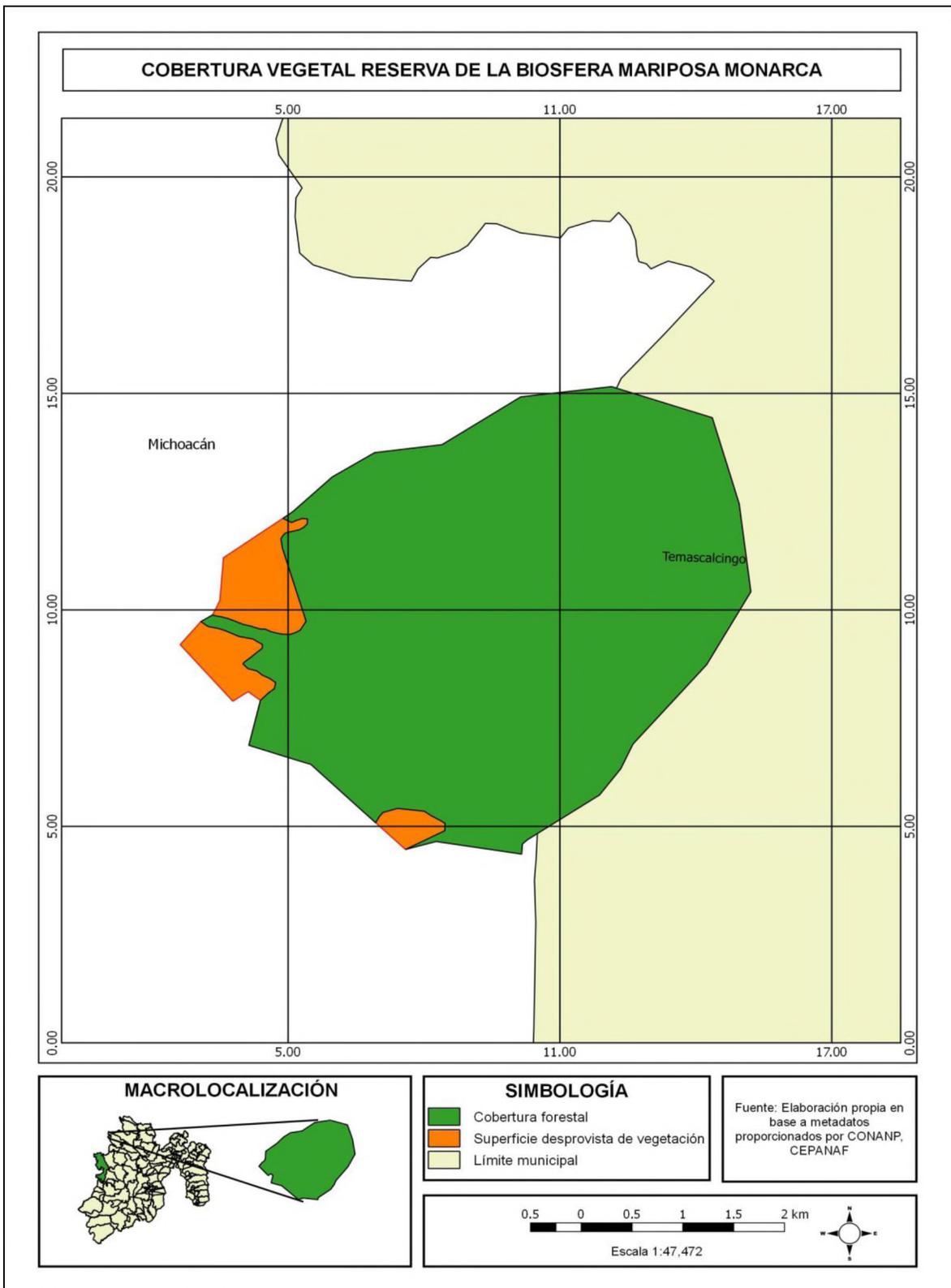
Fuente: Elaboración propia

**Mapa 15.- Cobertura Vegetal en Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca**



Fuente: Elaboración propia

Mapa 16.- Cobertura Vegetal en Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca



Fuente: Elaboración propia