



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y Letras

Colegio de Geografía

**EVALUACIÓN DEL DISTURBIO ANTROPOGÉNICO EN ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS DEL ESTADO DE MÉXICO**

TESINA

QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

ANTULIO ZARAGOZA ÁLVAREZ

TUTOR:

DR. EDWARD MICHAEL PETERS RECAGNO

Colegio de Geografía

MÉXICO, D. F. MAYO 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedicatoria

A mis padres Inés y Alfonso.

A Ponchito por todas sus enseñanzas.

A mis hermanos Rigel, Cygni, Sirio y Eridani.

A mi Tía Alicia.

A Rosa María López y Arturo.

A mí querida Fernanda.

Al ser que ya está aquí.

Agradecimientos

Al Dr. Eduardo Peters por aceptar asesorarme en la tesis.

A la Dra. Patricia Gómez Rey por revisar este trabajo, además de sus valiosas observaciones encaminadas a mejorar la calidad de este trabajo.

A la Maestra Margarita Franco por aceptar revisar este trabajo, además de sus valiosas observaciones.

Al Dr. Pepe Gasca al aceptar ser parte del jurado, así como a su amistad.

Al Maestro Frank García, por sus recomendaciones para mejorar este trabajo y por su amistad.

Al Maestro Sergio Salinas, del cual aprendí demasiado y el cual me acerco al conocimiento.

A la Dra. Milagros Campos, por su confianza hacia mi trabajo, y a Alejandro García.

A la Dra. Verónica Ibarra, por plasmar en mí una manera diferente de ver la Geografía.

A mis compañeros del Colegio de Geografía entre ellos: “El Chaparro” alias “El Can Can”, por su numerosas batallas durante la licenciatura y otras cosas.

A Emiliano alias “El Negro”, por su amistad sincera (olvidando lo de las caguamas), y su forma particular de ver la vida.

A Edson Arantes do Nascimento y su talento, a base de esteroides, para cualquier deporte.

A Waldo alias “Irving García”, por su ironía. Fabián alias “El Chavo” y su primo Martin Cano.

A mi amigo Lalo alias “Padre Santo”, Juan De Dios Páramo, Alejandro DTS.

A “El Chino”, Richy” y “Georgy”, Miguel Cruz, “Gengibre”, “Jhonn Forte”, Manuel Espejo, por sus bastas aventuras dentro y fuera del Colegio.

A mis amigos de la pista de calentamiento: Luis, Caro, y Susana por su amistad. En especial a Luis por fungir como mi entrenador en el atletismo. Raul, Carlo, Snoopy, Santino, Fernando y Gamba.

A mi gran amigo Juan Carlos López alias “Colver”. De igual manera a sus padres y hermanos.

A mis amigos de la Facultad de Ingeniería, Fabián, Gabrielin, Colver y Lina

A mi amiga Mariana Hernández, por su amistad y apoyo. Gracias!

No podían faltar mis amigos de la Universidad Intercultural, Mónica e Israel y por su puesto a Rodrigo, con el cual pase buenos experiencias profesionales, además de que querer aportar un grano de arena en la apertura del conocimiento en uno de los estados más violentos en todos los sentidos: El Estado de México.

A mi amigo José Román Domínguez, y sus entretenidas platicas acerca de la aeronáutica. Así como Carlos García, Amado Zamora, Humberto Correa y Andrei, de los cuales tuve buenas lecciones.

Índice

Introducción.....	1
Actualidad científica del tema.....	6
Objetivo general y específico e hipótesis.....	8
Distribución de las ANP en México.....	9
Población en Áreas Naturales Protegidas de México.....	10
ANP del Estado de México.....	11
I Marco teórico.....	21
1.1 Definición de ANP.....	21
1.1.1 Definición de Categorías de la Reserva.....	23
1.2 Disturbio Antropogénico.....	24
1.3 Sistemas de Información Geográfica.....	27
1.4 Análisis multivariado.....	28
1.4.1 Análisis por Componentes Principales.....	28
II Metodología.....	32
2.1 Revisión bibliográfica y cartográfica del área de estudio.....	33
2.2 ANP y buffer.....	35
2.3 Indicadores de disturbio.....	41
2.4 Análisis multivariado.....	42
2.5 Mapa de Disturbio en ANP y buffers del Estado de México.....	43
III Área de estudio: El Estado de México.....	44
3.1 Localización.....	44
3.2 Clima.....	45
3.3 Edafología.....	47
3.4 Vegetación.....	49
3.5 Geología.....	54
3.6 Hidrología.....	56
IV Resultados.....	58
V Discusión.....	67
VI Conclusiones.....	73
Bibliografía.....	76

Introducción

Los organismos biológicos son el motor de la tierra, los cuales están fuertemente influenciados por las condiciones ambientales que van desde lo local a lo global. Estos proveen de alimentos, biomateriales, biocombustibles, fuentes genéticas, y otros beneficios como valores culturales (Berkes, 2007; Naeem et al. 2012).

La diversidad de especies que no se distribuye de manera uniforme en el planeta, ya que ésta se concentra en las regiones tropicales, en particular las selvas húmedas albergan cerca de la mitad de la diversidad biológica del mundo. De esta franja de regiones tropicales quizá el 50 u 80 % se localice en seis o doce países, entre lo que destacan Australia, Brasil, China, Colombia, Ecuador, E.U.A, Filipinas Indonesia, México, Madagascar, Nueva Guinea, República Democrática del Congo, Papua y Nueva Guinea, Sudáfrica y Venezuela. A esto países se les conoce como megadiversos (Mittermeier, 1997).

En los últimos 50 años, la humanidad ha transformado de forma radical los ecosistemas de una forma acelerada y extensa como en ningún otro periodo de la historia humana (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), lo que es comparable con los grandes eventos de extinción en el lejano pasado geológico (Scholes y Biggs, 2005).

En específico, el estudio de la dinámica de las poblaciones es muy útil para detectar el impacto de la acción humana en los ecosistemas que, por su frecuencia e intensidad, llega a generar un disturbio agudo o crónico (Singh, 1998). A largo plazo estas perturbaciones humanas persistentes han alterado de forma simultánea la estabilidad y la diversidad de los sistemas ecológicos, con trastornos que reducen directamente los atributos funcionales como la resistencia a la invasión, al tiempo que elimina los efectos amortiguadores de especies de alta diversidad (Ives y Carpenter, 2007; McCann, 2000).

Los efectos del disturbio en la estructura de las comunidades biológicas operan en muchas escalas de tiempo. 1) La mortalidad puede instantáneamente alterar la diversidad de una comunidad, ya sea disminuyendo o aumentando la diversidad en los organismos restantes; 2) Cambios en la disponibilidad de recursos causados por el disturbio que pueden alterar diversidad de especies más lentamente a través de los efectos sobre el crecimiento, reproducción e interacciones competitivas; 3) Los cambios evolutivos y selección natural que pueden actuar para incrementar la disponibilidad de especies particulares, así como incrementar la proporción de especies en la comunidad que son aptas para sobrevivir al disturbio mediante la eliminación de especies sensibles y favoreciendo a las especies resistentes (Huston, 1994).

En el mismo contexto, el disturbio antropogénico, que parece por intuición muy claro, en realidad está influenciado por múltiples factores y que para poderlos cuantificar dependerá de la unidad u organización biológica que se interese abordar (Vega y Peters, 2003). Es por esto, que a nivel mundial, para evaluar la presión antrópica (dentro de las ANP), se han realizado diferentes métodos que apoyados con la percepción remota y sistemas de información, hasta encuestas en campo (Bruner et al. 2001; Rodrigues, et al. 2004; DeFries, et al, 2005).

El disturbio antropogénico ha impactado la biodiversidad severamente a nivel mundial (c y Peters, 2005; Maclean et al. 2006; Ureta y Martorell, 2009). Es por esto que medir como las actividades humanas pueden afectar los hábitats naturales es importante para la evaluación de la calidad del medio ambiente y para la planificación de estrategias de conservación (Speziale, et al, 2008). En la actualidad, una de las principales estrategias para la planificación de la conservación son las áreas protegidas. Las Áreas Naturales Protegidas (ANP), a nivel mundial, son reconocidas como los núcleos más importantes de conservación in situ (Chape, 2005).

En general, se percibe que la biodiversidad está mejor protegida de las actividades humanas después de que un área ha sido designada como un área protegida (Liu, et al. 2001), sin embargo hay evidencias en diferentes partes del mundo que no son de utilidad, como

estrategia para promover y conservar efectivamente la biodiversidad (Sánchez et al. 2002; Chape, et al. 2005; Nagendra, 2008; Liu, et al. 2009).

Hasta el año de 2014, el número de ANP para las Naciones Unidas contenía 209 429, cubriendo un área de 32 868 673 km², que corresponde aproximadamente al tamaño del continente africano. Esto significa que tan solo el 3.41% de la superficie total marina del planeta está protegida y tan solo el 14% de la superficie total terrestre permanece en la misma condición de protección (Juffe, et al. 2014).

Actualmente es bien sabido que México es un país megadiverso, por sus condiciones geológico-geomorfológicas, geográficas, así como climáticas preferenciales, que causan una heterogeneidad excepcional en el paisaje. Todo esto posiciona al país, entre los doce países que poseen el 80 % de la biodiversidad mundial, ya que en poco más de 1% de su superficie terrestre posee alrededor del 10% de la diversidad biológica del mundo (Mittermeier, et al. 2005; Sarukhán, et al. 2012).

Sin embargo, el disturbio antropogénico, en el territorio mexicano, es una preocupación importante, ya que es innegable el aumento de las presiones antropogénicas sobre la biodiversidad, en específico las que causan las elevadas tasas de cambio de uso de suelo, pérdida de suelos, modificación de ecosistemas, extracción ilícita y manejo inadecuado de los recursos. Esto conduce a una pérdida irreversible de especies o de sus poblaciones y deterioro de sus ecosistemas (Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007; U.S. Fish and Wildlife Service & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007).

De hecho, el factor de mayor impacto, en la pérdida de ecosistemas y la diversidad biológica, ha sido la deforestación para la producción de alimentos. Hacia 1976 la cobertura vegetal original de los ecosistemas naturales del país se había reducido a 62% y para 1993 representaba solamente 54% de su superficie original. La cobertura de los bosques y selvas del país representaba en 2002 solamente 38% de su extensión original, con las mayores pérdidas ubicadas en las zonas tropicales (Sarukhán, 2009).

En nuestro país existe una extensa variedad de ANP que se clasifican en parques nacionales, reserva de la biosfera, monumentos naturales, áreas de protección de flora y fauna, áreas de protección de recursos naturales, y otras categorías. La evolución de las Áreas Naturales Protegidas ha tenido una serie de cambios a lo largo de la historia, mostrando ciclos de mayor y menor cantidad de decretos, así en la década de los treinta, bajo la presidencia del general Lázaro Cárdenas (1934-1940), se dio un gran impulso a la creación de parques y reservas. En total se decretaron 82 áreas entre parques nacionales y reservas forestales y, por primera vez, se creó una sección de reservas y parques nacionales en la administración gubernamental. De 1940 a mediados de los setentas el crecimiento en número y superficie de las áreas protegidas fue mínimo (Villalobos, 2000; Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF y UANL, 2007).

Para este trabajo se determinó el grado de disturbio antropogénico empleando una variación de la metodología propuesta por Martorell, y Peters (2005), la cual parte del análisis multivariado para evaluar la eficacia de la estrategia de conservación. Respecto al área circundante o buffer es una variación propuesta por Mas (2005).

Finalmente, en el primer capítulo “Marco teórico”, se definen las categorías de la reserva, disturbio antropogénico, sistemas de información geográfica y análisis multivariado por componentes principales. En el capítulo dos “Metodología”, se hace una revisión de bibliográfica y cartográfica del área de estudio, así como se describen las ANP, buffer e Indicadores de disturbio. De igual manera se describe el método para el cálculo del análisis multivariado y generación del mapa de mapa de disturbio en ANP y buffers del Estado de México.

Hacia el capítulo tres “Área de estudio: El Estado de México”, se describen los aspectos físico-ambientales del Estado de México, los cuales son la localización, clima, edafología, vegetación, relieve e hidrología. En el capítulo cuatro “Resultados”, se describen los productos obtenidos del trabajo de investigación. Y finalmente en el capítulo cinco “Discusión y Conclusiones”, se hace mención al propósito de realizar la evaluación del

grado de disturbio antropogénico en las ANP protegidas del Estado de México, así como de los alcances y limitantes de este trabajo.

Actualidad científica del tema

El disturbio es un evento relativamente discreto en el tiempo que perturba la estructura de una población biológica, comunidad o ecosistema (Pickett y White 1985) y se pueden dividir en naturales o antropogénicos. El disturbio natural son perturbaciones que son causados por agentes como Tsunamis, Incendios naturales, erupciones volcánicas, tormentas de nieve huracanes, tornados entre otras (Hunter 1993; Boose et al. 1994; Bergeron et al. 2002; Nelson et al. 2008). El disturbio antropogénico son perturbaciones causadas por las actividades del hombre por ejemplo el crecimiento de la población, la agricultura, la construcción de una presa o carretera, turismo, etcétera (Ellenberg et al. 2006; Brown y Boutin 2009; Davidson et al. 2012).

En la actualidad existen dos enfoques para abordar el disturbio a nivel de escalas superiores a la comunidad entre los que se destaca la Ecología del Paisaje (Zonneveld 1995; Turner, 1989) y los geosistemas (Sochava 1963). La Ecología del Paisaje reside en la distribución de energía, nutrientes y especies, en relación con los números, clases y configuraciones de los elementos de los ecosistemas. La dinámica de los paisajes es el flujo de energía de los nutrientes minerales, entre las especies y los ecosistemas que lo componen.

La estructura de los elementos de los paisajes (Forman y Godron 1986) son:

- 1.- Los parches.- Son grupos o conjuntos de especies rodeadas por una matriz con una estructura diversa y una composición determinada de las comunidades.
- 2.- La matriz.- Es el área subyacente más degradada.
- 3.- Los elementos.- Representan la interacción o biocorredores, y las redes de interconexión biológica.

La forma de evaluar la distribución espacial de la biodiversidad de las especies es por medio del área de un parche y del aislamiento secundario. Usualmente se han considerado como las principales variables que indican la diversidad de especies de una porción del parche. La diversidad de las especies, en un parche del paisaje, es una función de las

siguientes variables, en un orden de importancia global: diversidad de los hábitats ± disturbio + área + edad – aislamiento - límites discretos (Forman y Godron 1981).

Los estudios que se realizan por medio de la ecología del paisaje se orientan al disturbio natural (Lorimer y White 2003; Millward y Kraft 2004) como al antropogénico (Jones et al. 2000; Spooner et al. 2004; Louzada et al. 2010) en que se utilizan como base fotografías aéreas e imágenes de satélite para delinear parches, matrices y biocorredores como también análisis estadísticos.

Geosistema o paisaje natural es una porción de la superficie terrestre, de cualquier dimensión, compuesta de elementos naturales (masas de aire atmosférico, relieve, litología, agua, clima, suelos flora y fauna) que se encuentran en una relación sistemática y evolución en la interfase sociedad-naturaleza en constante intercambio de materia y energía (Salinas 2005; Mateo y da Silva 2007).

Si los geosistemas son perturbados y transformados por la acción del hombre en el transcurso de la interacción entre la naturaleza y la sociedad, por mucho que tengan un grado de disturbio antropogénico quedan como parte de la naturaleza y siguen subordinando a leyes naturales, lo que permite identificarlos, clasificarlos y cartografiarlos (Bollo et al. 2015).

Los trabajos que se realizan desde el punto de vista de los geosistemas se centran en la evaluación del disturbio antropogénico en el ambiente lo que lleva a cambios de paisajes naturales, la pérdida en la diversidad biológica y a la degradación de recursos naturales (Fetisov 2010; Klimina y Mirzekhanova 2014; Ponomarev 2014; Semenov 2014).

Objetivo general

Medir y evaluar el grado de disturbio antropogénico en las áreas normales y áreas circundantes de las ANP, perteneciente al Estado de México

Objetivo específico

Determinar las variables que determinan el grado de disturbio antropogénico.

Evaluar la eficiencia de la estrategia de conservación que se han implementado en las Áreas Naturales Protegidas.

Hipótesis

El grado de disturbio antropogénico en el interior de las ANP es menor a su área circundante y con ello se puede constatar la eficiencia de las ANP como instrumento de conservación en el Estado de México.

Distribución de las ANP en México

En la actualidad la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), administra en el territorio mexicano, 176 ANP de carácter federal (Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna y Santuarios), que representan más de 25, 619,113 hectáreas y apoya 381 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de poco más de 417,274.16 hectáreas¹. En la figura 1 se muestra la ubicación de las ANP de México.

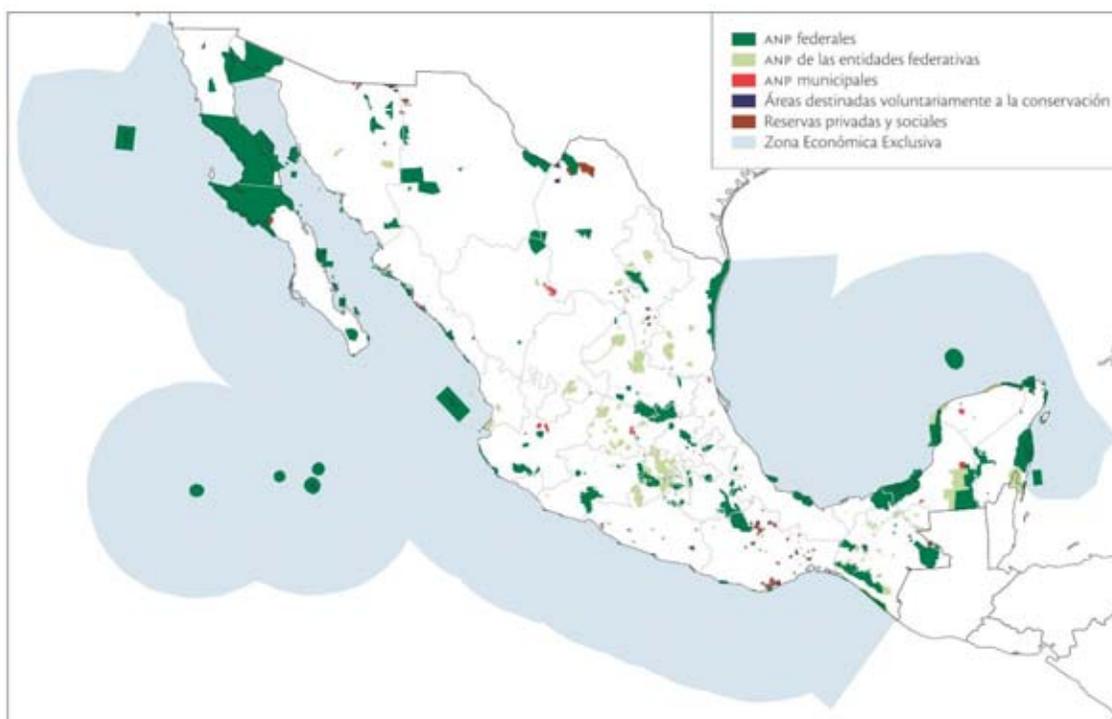


Figura 1. Se muestran las ANP del territorio mexicano de orden federal, estatal, municipales y otras. Fuente: Dirzo, et al. 2009.

La superficie que abarcan las ANP constituye tan solo el indicador de la expresión territorial con cobertura legal, pero no de la efectividad en el manejo de dichas áreas.

¹Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/ Fecha de consulta: 10 de Octubre 2014.

En este sentido, los pocos trabajos que se han realizado en México para evaluar la efectividad del manejo de las ANP federales y estatales indican que si bien un buen número de ANP ha tenido una función importante en revertir o detener procesos de cambio de uso del suelo, todavía hay un alto porcentaje de ANP en las que los procesos de cambio han sido más intensos que en sus respectivos contextos geográficos. (Velázquez, 2001; Dirzo, et al. 2009).

Debido a la gran diversidad de ecosistemas, especies y poblaciones terrestres, dulceacuícolas y marinas presentes en México, la cobertura actual de ANP todavía es insuficiente para mantener un sistema representativo, complementario, interconectado y con la redundancia suficiente que favorezca la conservación efectiva y a largo plazo, tanto de la biodiversidad como de los servicios ambientales que estos espacios brindan a la sociedad (Orjuela, 2012).

Población en Áreas Naturales Protegidas

Antes de que la mayor parte de las ANP fueran declaradas como tales, sobre ellas ya existían grupos humanos habitando y utilizando legalmente sus recursos. Este modelo de conservación *in situ* ha demostrado limitado en efectividad y en muchas ocasiones fuente de problemas sociales (Halfite, 1994; Sarukhán, 2009).

Son escasas las áreas del territorio nacional que nunca tuvieron población humana en algún momento del pasado. La población registrada en las ANP en el año 2005 se estimaron 3 448 470 habitantes en las ANP, lo que representaba 3.34% de la población total nacional. Una situación que afecta de forma considerable esta cifra es la presencia de un importante componente poblacional en parques nacionales ubicados en las zonas metropolitanas de la Ciudad de México y de Monterrey, cifra que se mantuvo durante el periodo 1990-2005 ().

De igual manera, en los países megadiversos, las zonas con mayor riqueza biológica generalmente coinciden con aquellas que son ricas en comunidades locales y grupos

indígenas, que representan condiciones de pobreza y carecen de servicios. Este problema se agudiza cuando hay desplazamientos humanos hacia zonas con alto grado de biodiversidad, ejerciéndose así una presión adicional lo que repercute en la capacidad de recuperación de un ecosistema, alterando los ciclos biológicos del mismo (Bezaury y Guitierrez, 1998).

Sin embargo, estos datos solo una visión parcial del número de personas que utilizan el territorio que ocupan las ANP terrestres de México. En todo el país, en el año 2000 había 562 ejidos y comunidades agrarias (5.2% de las 30 305 propiedades sociales en México en 2001) con porciones de su superficie de uso común comprendidas en las ANP federales (Sarukhán, 2009).

ANP del Estado de México

El Estado de México cuenta con **90** Áreas Naturales Protegidas. Es la entidad con el mayor número de ellas en el país. Suman un total de 1 008 574.04., que representan aproximadamente el 44.85% del territorio estatal. En la siguiente tabla (1) se muestran las ANP del Estado de México².

²Disponible en línea, en:http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm.
Fecha de consulta: 30 de Noviembre 2015.

Categoría	Número	Superficie (ha)
1. Parques Nacionales	09	65,717.95
2. Parques Estatales	52	596,662.03
3. Parques Municipales	04	185.70
4. Reservas Ecológicas Federales	01	17,038.00
5. Reservas Ecológicas Estatales	12	122,814.13
6. Área de Protección de Flora y Fauna	02	56,614.62
7. Área de Protección de Recursos Naturales	01	148,843.04
8. Parques Urbanos	03	28.98
9. Parques Sin Decreto	06	669.59
Total	90	1'008,574.04

Tabla 1. ANP del Estado de México (Fuente: Consulta en línea, en: http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm. Fecha de consulta: 25 de Noviembre 2014).

El Estado de México es la entidad con el mayor número ANP del país. Sin embargo, ocupa el vigésimo quinto lugar en superficie, entre las entidades de México que muestran una importante biodiversidad de flora y fauna debido a su relieve y sus climas (Pérez, 2007). Los registros establecen que dentro del Estado existen al menos 3,524 especies de plantas, 125 especies de mamíferos y 490 de aves, lo que habla de la magnitud de la riqueza biológica del Estado. Sin embargo, la pérdida de la diversidad biológica es uno de los grandes problemas que enfrenta el estado (Ceballos, et al. 2009).

En las siguientes tablas se muestran las diferentes ANP del Estado de México con sus respectivos nombres y categorías³:

³Disponible en línea, en: http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm. Fecha de consulta: 30 de Noviembre 2015.

Tabla 2. Parques Nacionales

Nombre	Ubicación en la Entidad	Superficie Total (ha)
1. Iztaccíhuatl – Popocatepetl	Amecameca, Atlautla, Chalco, Ecatingo, Ixtapaluca, Ozumba, Texcoco y Tlalmanalco	39,819.17
2. Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	Huixquilucan, Lerma y Ocoyoacac	1,760.00
3. Lagunas de Zempoala	Ocuilan	4,790.00
4. Zoquiapan y Anexas	Texcoco, Ixtapaluca, Chalco y Tlalmanalco	19,418.00
5. Molino de Flores Nezahualcóyotl	Texcoco	50.22
6. Los Remedios	Naucalpan	400.00
7. Sacromonte	Amecameca y Ayapango	45.00
8. Bosencheve	Villa de Allende y Villa Victoria	15,000.00
9. Desierto del Carmen o de Nixcongo	Tenancingo	538.47

Tabla 3. Parques Estatales

Nombre	Ubicación	Superficie (ha)
1. Parque Estatal “Lic. Isidro Fabela”	Atacomulco, Jocotitlán y San Bartolo Morelos	3,701.00
2. Parque Estatal denominado “Sierra Morelos”	Toluca y Zinacantepec	1,255.09
3. Parque Estatal denominado “Sierra de Guadalupe”	Coacalco, Ecatepec, Tlalnepantla y Tultitlán	7,326.36
4. Parque Estatal denominado “Sierra de Tepetzotlán”	Huehuetoca y Tepetzotlán	9,768.20
5. Parque Estatal denominado Cerro Gordo	Axapusco, San Martín de las Pirámides y Temascalapa	3,027.00
6. Parque Estatal denominado “Sierra Patlachique”	Acolman, Chiautla y Tepetlaoxtoc	3,123.00
7. Parque Estatal denominado Chapa de Mota	Chapa de Mota y Villa del Carbón	6,215.00
8. Parque Estatal denominado El Oso Bueno	Acambay y Aculco	15,238.00
9. Parque Natural de Recreación Popular denominado El Ocotal	Timilpan	122.14
10. Parque Natural de Recreación Popular denominado “Nahuatlaca – Matlazinca”	Joquicingo, Malinalco, Ocuilan, Tenango del Valle, Texcalyacac y Tianguistenco	27,878.00
11. Parque Natural de Recreación Popular denominado “Sierra de Nanchititla”	Luvianos y Tejupilco	67,410.00
12. Parque Natural denominado El Llano (Canalejas)	Jilotepec	101.89
13. Parque Estatal de Recreación Popular denominado Atizapán -Valle Escondido (Los Ciervos)	Atizapán de Zaragoza	300.00
14. Parque Natural denominado de Recreación Popular denominado “José María Velasco”	Temascalcingo	2.93
15. Parque Estatal denominado Metropolitano de Naucalpan	Naucalpan	132.86

16.Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí – Mexica del Estado de México	Capulhuac, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jalatlaco, Jilotzingo, Jiquipilco, Lerma, Morelos, Naucalpan, Nicolás Romero, Ocoyoacac, Ocuilan, Otzolotepec, Tianguistenco, Temoaya, Villa del Carbón y Xonacatlán	105,844.13
17.Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico denominado Hermenegildo Galeana	Tenancingo	340.37
18.Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico denominado Isla de las Aves	Atlacomulco y Timilpan	127.51
19.Parque Ecológico, y Recreativo de Tenancingo , Malinalco y Zumpahuacán	Malinalco, Tenancingo y Zumpahuacán	25,966.00
20.Parque Ecológico, Zoológico, Recreativo y Turístico denominado “Tollocan – Calimaya”	Calimaya y Toluca	159.22
21.Parque Estado de México-Naucalli	Naucalpan	53.23
22.Parque Estatal Cerro Cuautenco	Valle de Bravo	193.33
23.Parque Estatal de Área Natural Protegida Recreativa y Cultural, denominado Alameda Poniente, San José de La Pila	Toluca	176.33
24.Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo Sierra Hermosa	Tecámac	618.00
25.Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo denominado San José Chalco	Ixtapaluca	16.93
26.Parque Estatal Cerro El Faro y Cerro de Los Monos	Tlalmanalco	44.86
27.Parque Estatal denominado Centro Ceremonial Mazahua	San Felipe del Progreso	19.03
28.Parque Estatal denominado “Grutas de la Estrella”	Tonatico	4.01
29.Parque Estatal Tres Reyes	Temascaltepec y Zacazonapan	794.69

30.Parque Estatal Monte Alto	Valle de Bravo	476.00
31.Parque Estatal “Cerro La Cruz Tejaltepec”	Ocuilan	1,734.96
32.Parque Estatal Picacho de Oro y Plata	Zacualpan	857.55
33.Parque Estatal Tlatucapa	Ocuilan	213.83
34.Parque Estatal La Goleta	Amatepec, Sultepec y Tlatlaya	14,424.00
35.Parque Estatal Nenetzingo - Calderón	Ixtapan de la Sal	1,377.34

Tabla 4. Santuarios del Agua y Forestales

Nombre	Ubicación	Superficie (ha)
36.Parque Estatal denominado Parque Estatal “Santuario del Agua Presa Corral de Piedra”	Amanalco, Temascaltepec y Valle de Bravo	3,622.70
37.Parque Estatal denominado Parque Estatal para la Protección y Fomento del “Santuario del Agua Laguna de Zumpango”	Zumpango, Teoloyucan, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Nextlalpan, Tepetzotlán, Coyotepec, Huehuetoca y Tequixquiac	20,108.79
38.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua Valle de Bravo”	Valle de Bravo	15,365.23
39.Parque Estatal denominado Santuario del Agua “Lagunas de Xico”	Valle de Chalco Solidaridad	1,556.55
40.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua Manantiales de Tiacaque”	Jocotitlán	2,193.26
41.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria”	Villa Victoria San José del Rincón	46,772.50
42.Parque Estatal denominado “Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango”	Acambay, Aculco, Jilotepec; Polotitlán, Timilpan	71,024.37

43.Parque Estatal denominado “Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Manantiales Cascada Diamantes”	Tlalmanalco	7,054.95
44.Parque Estatal denominado “Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla –Ecatzingo”	Atlautla y Ecatzingo	9,152.37
45.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe”	Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero	1,750.38
46.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Presas Brockman y Victoria”	El Oro y San José del Rincón	1,564.60
47.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo – Temoaya”	Lerma, Xonacatlán, Otzolotepec, Temoaya, Jilotzingo, Nicolás Romero e Isidro Fabela	25,220.33
48.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo”	Lerma, Ocoyoacac y Huixquilucan	12,657.94
49.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Presa Taxhimay”	Villa del Carbón	8,253.33
50.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Álzate”	Temoaya, Jiquipilco, Toluca y Almoloya de Juárez	11,529.83
51.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Presa Ñado”	Acambay y Aculco	4,313.29
52.Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila”	Atlacomulco, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Jocotitlán, Morelos y Villa del Carbón	55,505.62

Tabla 5. Parques Municipales

Nombre	Ubicación	Superficie (ha)
1. Parque Municipal denominado “Tecula”	Texcalyacac	83.00
2. Parque Municipal de Recreación Popular “Laguna de Chignahuapan”	Almoloya del Río	77.32
3. Parque Municipal denominado “Parque Tlalnepantla”	Tlalnepantla	4.21
4. Parque Municipal de Recreación Popular denominado “El Calvario”	Metepec	21.17

Tabla 6. Reserva Ecológica Federal

Nombre	Ubicación	Superficie Total
1. Reserva de la Biosfera “Mariposa Monarca”	Donato Guerra, San José del Rincón, San Felipe del Progreso, Temascalcingo y Villa de Allende	56,259.00

Tabla 7. Reservas Ecológicas Estatales

Nombre	Ubicación	Superficie (ha)
1. Área Natural Protegida denominada Tiacaque	Jocotitlán	6.74
2. Zona Sujeta a Conservación Ambiental “Malpaís de Santo Tomás de los Plátanos”	Santo Tomás de los Plátanos	145.04
3. Zona de Recursos Naturales Río Grande San Pedro	Amatepec y Tlatlaya	91,578.00
4. Zona Sujeta a Conservación Ambiental denominada Espíritu Santo	Jilotzingo	234.01
5. Área Natural Protegida Sujeta a Conservación Ambiental Barrancas del Huizachal, del Arroyo Santa Cruz y del Arroyo Plan de la Zanja	Naucalpan	76.71
6. Área Natural Protegida Sujeta a Conservación Ambiental de las Barrancas Río La Pastora, Río de La Loma y Río San Joaquín	Huixquilucan	129.77
7. Zona Sujeta a Conservación Ambiental Barranca de Tecamachalco	Naucalpan	15.42
8. Zona Sujeta a Conservación Ambiental Barranca México 68	Naucalpan	1.15
9. Reserva Ecológica denominada “Sistema Tetzcutzingo”	Texcoco	7,810.95
10. Reserva Ecológica Estatal La Cañada	Otumba	5.00
11. Reserva Estatal “Cerro Ayaqueme Volcán Huehuel”	Chalco, Juchitepec, Temamatla, Tenango del Aire y Ozumba	13,404.32
12. Reserva Estatal Ahuacatlán	Almoleya de Alquisiras, Sultepec y Zacualpan	9,407.02

Tabla 8. Áreas de Protección de Flora y Fauna

Nombre	Ubicación	Superficie (ha)
1. Área de Protección de Flora y Fauna “Ciénegas de Lerma”	Almoloya del Río, Capulhuac, Lerma, Metepec, San Mateo Atenco, Texcalyacac y Tianguistenco	3,023.95
2. Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca	Almoloya de Juárez, Amanalco de Becerra, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Texcaltitlán, Toluca, Villa Guerrero y Zinacantepec	53,590.67

Tabla 9 Áreas de Protección de Recursos Naturales

Nombre	Ubicación	Superficie (ha)
1. Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal de los terrenos de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec	Temascaltepec, Valle de Bravo, Amanalco, Donato Guerra, Santo Tomas de los Plátanos, Ixtapan del Oro y Villa de Allende	148,843.04

Tabla 10. Parques Urbanos

Nombre	Ubicación	Superficie (ha)
1. Parque Urbano Matlazincas (El Calvario de Toluca)	Toluca	7.97
2. Parque Urbano Lomas Verdes	Naucalpan	12.98
5. Parque Municipal denominado “Las Sequoias”	Jilotepec	8.03

Capítulo I. Marco teórico

1.1 Definición de APN

Se define como el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad y corresponde a una superficie terrestre o acuática del territorio nacional, que sean representativas de los diversos ecosistemas y donde el ambiente original no ha sido alterado (SEMARNAT / CONANP, 2007).

Legalmente y basado en el artículo 3 de la LGEEPA, las Áreas Naturales Protegidas son: 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 (Robles de Benito, 2009).

Los objetivos tradicionales de creación de las áreas naturales protegidas son:

- Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas del país.
- Preservar los ecosistemas frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.
- Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad en todos sus niveles de organización, en particular de las especies en peligro de extinción, amenazados, raros, sujetos a protecciones especiales y endémicas.
- Proporcionar un campo propicio para la investigación científica, así como para el rescate y divulgación de conocimientos y prácticas tradicionales.
- Desarrollar tecnologías que permitan conservar la biodiversidad; y proteger los entornos naturales de otras áreas de importancia cultural como son zonas de importancia arqueológica, histórica, artística y turística.

A continuación se describen los conceptos de conservación de las funciones de Áreas Naturales Protegidas:

- Biodiversidad.
- Procesos naturales.
- Suelo.
- Cuencas hídricas.
- Condiciones culturales.
- Creación de sitios para el desarrollo turístico
- Y creación de sitios para la educación ambiental.
- Para la declaración de un área natural protegida se requiere un estudio técnico justificativo, que lo realiza la SEMARNAT, con apoyo de otras entidades federales y estatales, organizaciones privadas y universidades. La zona deberá estar fundamentada en sus características biológicas y la vocación del uso del suelo, tomando en consideración los aspectos sociales, la ubicación de las poblaciones y las actividades económicas.
- Un estudio técnico justificativo deberá contar con los siguientes temas:
 - Información general.
 - Evaluación ambiental.
 - Diagnóstico del área.
 - Propuesta de manejo.

1.1.1 Definición de Categorías de las reservas

La LEGEEPA establece ocho categorías de manejo de ANP, las cuales se muestran en la tabla 16.

Categoría	Características	Competencia
Reservas de la Biosfera	Áreas biogeográficas en las que habiten especies representativas de la biodiversidad nacional. Se determinan la existencia de la(s) superficie(s) mejor conservada(s) y denominada(s) como zona(s) núcleo por alojar ecosistemas, fenómenos naturales de importancia especial o especies de flora y fauna que requieran protección. Además, deberá determinarse la superficie(s) que proteja(n) esa(s) zona(s) núcleo(s), denominada(s) como zona(s) de amortiguamiento (artículo 48).	Federal
Parques Nacionales	Representaciones biogeográficas de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su valor científico, educativo, de recreo o histórico, por su belleza escénica o bien por otras razones análogas de interés general. También protegen ecosistemas marinos (artículos 50 y 51).	Federal
Monumentos Naturales	Áreas que contengan elementos naturales (lugares u objetos naturales) con carácter único o excepcional, interés estético y/o valor histórico-científico. Tales elementos no tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo (artículo 52).	Federal
Áreas de Protección de Recursos Naturales	Áreas 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 forestal (artículo 53).	Federal
Áreas de Protección de Flora y Fauna	Lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de especies de flora y fauna silvestres (artículo 54).	Federal
Santuarios	Áreas con una considerable riqueza de flora o fauna, o	Federal

	con especies, subespecies o hábitat de distribución restringida. Estas áreas incluirán cualquier unidad topográfica o geográfica que requieran ser preservadas o protegidas (artículo 55).	
Parques y Reservas Estatales	Áreas relevantes de acuerdo con la legislación local en la materia (artículo 46).	Entidades federativas
Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población	Zonas de los centros de población que requieran ser preservadas de acuerdo con la legislación local (artículo 46).	Municipios

Tabla. 16. Se muestran las ocho categorías de manejo de ANP, así como su definición. Fuente: (Yáñez, 2004; Rojas y Serafín, 2007).

1.2 Disturbio Antropogénico

Aunque la Tierra ha experimentado muchos períodos de cambio ambiental importante, el ambiente del planeta ha sido inusualmente estable durante los últimos 10.000 años. Este período de estabilidad, conocido por los geólogos como el Holoceno, ha visto civilizaciones humanas surgir, se desarrollan y prosperan y desde siglos pasados, esta estabilidad se ha visto comprometida (Scholes y Biggs, 2005).

Ahora, en gran parte debido a la dependencia de rápido crecimiento de los combustibles fósiles y las formas industrializadas de la agricultura, las actividades humanas han alcanzado un nivel que pueda dañar los sistemas que mantienen a la Tierra en el estado Holoceno deseable. El resultado podría ser irreversible y, en algunos casos, los cambios ambientales bruscos, lo que lleva a un estado menos propicio para el desarrollo humano (Rockström, 2009).

Desde la revolución industrial, una nueva era ha surgido, el Antropoceno, en la que las acciones humanas se han convertido en el principal motor del cambio ambiental global (Rockström, 2009). Estos cambios ambientales, o mejor dicho, en la biodiversidad están teniendo consecuencias directas en los servicios de los ecosistemas, y un impacto en las actividades económicas y sociales del hombre (Chapin et al. 2002).

La pérdida de la biodiversidad en la era moderna, es comparable desde los grandes eventos de extinción en el lejano pasado geológico, es un asunto de gran preocupación política. A medida sensible, realista y útil de la pérdida de biodiversidad debe basarse en los cambios de abundancia de la población a través de una amplia gama de especies, y debe tener en cuenta todo el paisaje (Martorell, y Peters, 2009). A escala global, la pérdida de hábitat, incluyendo reducciones en la calidad y cantidad de medio ambiente adecuado, es el principal factor responsable de la disminución de la abundancia de la biodiversidad. Otras causas importantes, como la presión de la cosecha excesiva o los efectos de los contaminantes, también se pueden expresar en función de la zona afectada y la intensidad del impacto (Scholes y Biggs, 2005).

Es por esto que medir cómo las actividades humanas pueden afectar a los hábitats naturales es importante para la evaluación de la calidad del medio ambiente y para la planificación de estrategias de conservación (Speziale, et al, 2008). Y Aunque las medidas pueden y no deben sustituir a las acciones estrictas para reducir las amenazas a la biodiversidad, varios países requieren que desarrolladores para evitar impactos a la misma, y así minimizar los impactos que no se pueden evitar y, si hay impactos residuales, que se compensan estos a través de acciones que generan un equivalente aumento de la biodiversidad (Quétier y Lavor, 2011).

Sin embargo, en los países en desarrollo, donde pocas alternativas económicas disponibles, es muy difícil de suspender las actividades productivas de las que depende por ejemplo, el ingreso de los campesinos. En consecuencia, es necesario para preservar la biodiversidad en presencia de disturbio (Ureta y Martorell 2009).

Existen en la actualidad varias definiciones de disturbio y la más aceptada es la que proviene del trabajo de Pickett y White (1985): “Un disturbio es cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que trastorna la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia los recursos, la disponibilidad de sustrato o el ambiente físico”. Este

impacto en los ecosistemas, por su frecuencia e intensidad, llega a generar un disturbio agudo o crónico (Singh 1998).

El disturbio agudo se da sobre intervalos relativamente cortos de tiempo por ejemplo los huracanes o las tormentas que ocurren a lo largo de horas hasta días, incendios forestales que van de horas hasta meses, erupciones volcánicas que se ubican en periodos de días o semanas, la construcción de una carretera o una presa (Turner 2010).

El disturbio crónico en el cual la estructura de la cubierta vegetal se altera mínimamente por la extracción de pequeñas cantidades de recursos (leña, forraje, materiales para la construcción de origen orgánico y otros productos no maderables) en un periodo de tiempo largo y es una de las principales causas de la degradación de la tierra en países en vías de desarrollo y es el resultado de actividades de intensidad baja tal como el efecto de la presencia de ganadería extensiva. Estas acciones parecen tener un impacto menor que sus contrapartes agudas (por ejemplo, la tala de madera) o la conversión de la vegetación natural de pastos cultivados, sin embargo pueden ser más perjudicial a largo plazo. (Martorell y Peters 2008).

El disturbio puede ser natural o antropogénico (Vega y Peters 2003). Los disturbios naturales pueden ser causados por los huracanes, incendios, heladas, tsunamis, animales herbívoros y enfermedades. Cuentan con una relación importante con los ciclos de vida y en el recambio de especies de las comunidades además que mantienen y modifican con el tiempo los ecosistemas (Carrasco y Tovar 2006).

Los disturbios antropogénicos son el resultado de actividades sociales que se organizan en diferentes niveles del espacio geográfico y conduce a cambios en los paisajes naturales, la pérdida de diversidad biológica y a la degradación de los recursos naturales (Zurlini et al. 2007; Fetisov 2010).

Martorell y Peters (2005) muestran que hay tres tipos de métodos más utilizados para medir la cantidad de disturbio en una comunidad:

1. Los métodos basados en experto. Se basa en la capacidad del ojo entrenado para evaluar la cantidad de disturbio que experimenta un área determinada.
2. Indicadores bióticos. Miden el disturbio a través de sus efectos sobre una especie, un grupo taxonómico o un atributo de la comunidad.
3. Indicadores de actividad humana. Se encuentran representados principalmente por percepción remota que emplean el uso de la tierra, la fragmentación o la proximidad de ciudades y caminos como medidas de disturbio. También se han utilizado como parámetros de disturbio las estadísticas del gobierno sobre la población, la agricultura, la silvicultura, etc.

1.3 Sistemas de Información Geográfica

Se han utilizado mapas a lo largo de la historia. Hasta hace poco tiempo, los mapas eran exclusivamente documentos impresos, los cuales se dibujaban en hojas planas de papel o pergaminos donde se representaban objetos del mundo real como caminos, asentamientos humanos y características naturales. Actualmente, con la adopción generalizada de las computadoras y el desarrollo de la tecnología de sistemas de información geográfica, los mapas ahora son documentos impresos (Zeiler, 1999).

Un sistema de información geográfica (SIG), es un sistema asistido por computadora para la adquisición, recolección, manipulación, almacenamiento, análisis, modelamiento y visualización de datos geográficos (Eastman, 2012). El SIG representa y localiza espacialmente estadísticas e indicadores de fenómenos naturales y antrópicos, además de proporcionar un marco espacial para apoyar las decisiones para el uso inteligente de los recursos de la tierra y para administrar las actividades humanas, así como su infraestructura (Zeiler 1999).

Dentro de las aplicaciones de los SIG, la estadística espacial cuenta con un avance importante en los últimos años ya que se introduce el espacio como eje fundamental del análisis (Martori y Hoberg 2007).

Esta estadística espacial es una rama de la estadística que aborda el análisis descriptivo e inferencial de datos geográficos y contiene herramientas para analizar distribuciones, patrones, procesos y relaciones espaciales. Si bien hay semejanzas entre las estadísticas espaciales y no espaciales (tradicionales), en conceptos y objetivos las estadísticas espaciales son únicas ya que se desarrollaron particularmente para ser usadas con datos geográficos. Una diferencia de los métodos estadísticos tradicionales, está en que las geoestadística incorporan la proximidad, área, conectividad y otras relaciones espaciales (Martori y Hoberg 2007; ESRI 2010).

1.4 Análisis multivariado

El análisis multivariado comprende una serie de métodos para analizar un gran número de variables simultáneamente, cuando entre estas existe interdependencia. Los métodos multivariados de mayor aplicación ecológica se encuentran el análisis de clasificación, las técnicas factoriales: componentes principales; correlación canónica, análisis discriminante, correspondencias, entre otras (Hair; 1999; Mancera et al. 2003; Pineda, 2009).

1.4.1 Análisis por Componentes Principales

El Análisis por Componentes Principales (ACP), es una técnica de ordenación sin restricciones cuyo objetivo principal es organizar entidades de muestreo a lo largo de gradientes significativos basados en las interrelaciones entre un gran número de variables independientes. Específicamente, el objetivo es condensar la información contenida en las variables originales en un conjunto de iguales de dimensiones, definidas como combinaciones lineales de las variables originales, que describen la variación máxima entre las entidades individuales de muestreo (McGarigal et al. 2000).

El ACP, es uno de los métodos multivariados más difundidos, ya que permite la estructuración de un conjunto de datos de múltiples variables de una población, cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida. Se trata de una técnica matemática que no requiere un modelo estadístico para explicar la estructura probabilística de los errores. Sin embargo, si es posible suponer que la población muestreada tiene una distribución conjunta normal multivariada podrá estudiarse la significación estadística de los componentes. El ACP, se basa en una transformación lineal de las observaciones originales, en donde las nuevas variables generadas se llaman *componentes principales* y poseen algunas características estadísticas deseables, tales como la independencia y en todos los casos la no correlación. Esto significa que si las variables originales no están correlacionadas, los componentes principales no ofrecen ventaja alguna (Franco et al. 2003; Mancera et al. 2003).

Según González y Domínguez, 2002; Uriel y Manzano, 2002; Mancera et al. 2003, los componentes principales tienen las siguientes propiedades:

- a) Son no correlacionadas
- b) Cada componente sintetiza la máxima variabilidad residual contenida en los datos. Es decir, el primer componentes sintetiza la máxima variabilidad posible en el conjunto de datos originales; el segundo componentes sintetiza la máxima variabilidad restante, sujeta a la condición de no correlación con el primer componente y así hasta el p-esimo componente (asumiendo que hay p variables originales).
- c) Cada componente contiene información de todas las variables pero en diferentes proporciones.

La representación geométrica del efecto de la transformación de los componentes principales en un caso sencillo de dos variables es presentando en las siguientes imágenes:

En la figura 9, se observa un dispersograma de observaciones de ocho individuos respecto a las dos variables consideradas. También se puede observar que el sentido de la variación

sigue una dirección de 45 grados respecto al origen lo que indica que existe una relación lineal positiva entre las dos variables.

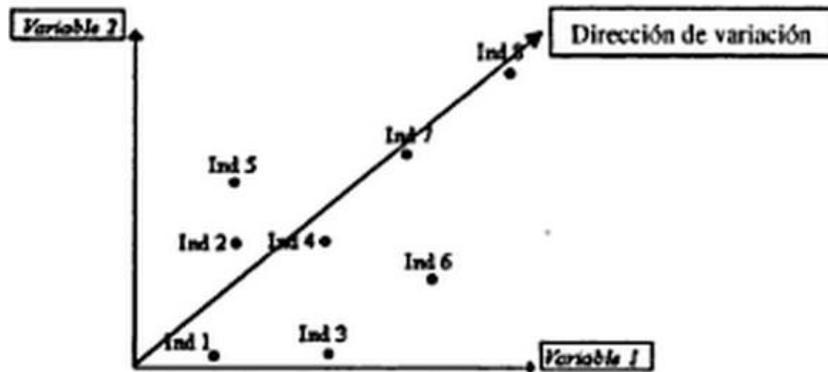


Figura 9. Ocho individuos ubicados en el espacio bidimensional determinados por las variables 1 y 2. Fuente: Mancera et al. 2003.

En la figura 10, se aprecia que los dos ejes han sido llevados al centro de la nube de puntos mediante la estandarización y finalmente la transformación a las dos nuevas variables sintéticas o ejes factoriales.

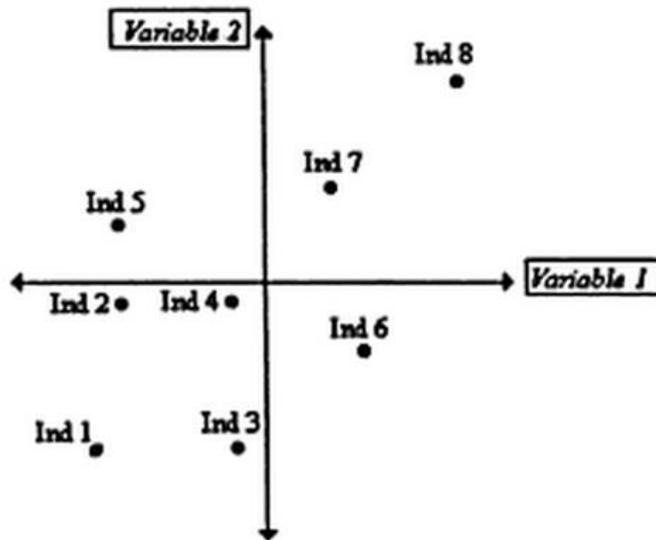


Figura 10. Ocho individuos ubicados en el espacio bidimensional determinados por las variables 1 y 2 estandarizadas. Fuente: Mancera et al. 2003.

Finalmente en la figura 11, se hace una rotación de ejes conservando el origen en el centro de la nube y permitiendo que estos se encuentren en las direcciones de mayor variación de las observaciones (especialmente el componente 1). La secuencia resume el interés del

ACP que es generar nuevas variables que contengan un alto porcentaje de variación original, en donde el primer eje principal contendrá gran porcentaje de la información

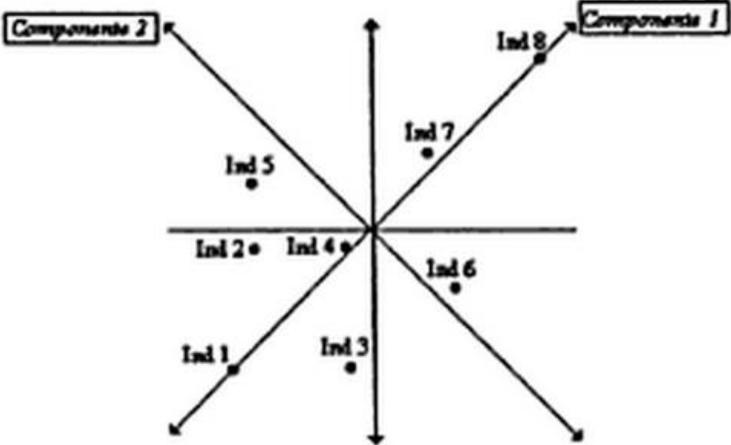


Figura 11. Efecto de multiplicar la matriz estandarizada por la matriz de vectores propios de la matriz de correlación de dos variables. Fuente: Mancera, et al. 2003.

Capítulo II. Metodología

El abordaje sobre el tema planteado en este trabajo de investigación desde la perspectiva metodológica tiene como base teórica-metodológica la concepción de los fenómenos como sustrato la complejidad de la naturaleza. Por tanto desde esta postura y particularmente la perspectiva metodológica es cuantitativa. Por lo tanto, este trabajo de investigación tiene como base la utilización para el acercamiento de la realidad fuentes secundarias y con las estrategias planteadas por la teoría de la complejidad que son: a) Análisis exploratorio. El análisis de datos desde una perspectiva exploratoria no suele ser considerado tan frecuentemente como sería deseable; y es precisamente una de las técnicas y aproximaciones más en consonancia con el pensamiento complejo.

Debido a la falta de consideración de este tipo de técnica, se aplican modelos estadísticos de modo ritual sobre información que, en cierto modo, se desconoce. Adoptar un punto de partida exploratorio supone bucear en los datos y dejar que éstos expresen toda su riqueza, de modo que se muestren y hagan evidentes los patrones estructurales y relacionales subyacentes a la información que contienen. c) Metanálisis, en este sentido tiende a una síntesis global de conocimiento más que a una acumulación continua de información, es decir, esta construcción sintética a partir de gran diversidad de investigaciones empíricas supone algo más que la simple acumulación de resultados aislados, a menudo contradictorios.

Ello, desde un marco de teorización probabilístico, nos lleva directamente a la consideración de alternativas explicativas y comprensivas diferentemente probables y; c) simulaciones informáticas otro de los elementos que se destacado como esencial para un marco adecuado de operacionalización, desarrollo y consecución del dato es el relativo a la elaboración y aplicación de simulaciones informáticas en el análisis social (Jorge, 2003).

Entendiendo lo anterior, es por esto que la presente investigación tomo como base espacial las ANP federales y estatales del Estado de México⁴. En cada ANP se estimó el disturbio antropogénico utilizando un sistema de información geográfica y el análisis estadístico

multivariado por medio de análisis de componentes principales. En la figura 12 se muestra el diagrama de flujo seguido para el cálculo del disturbio antropogénico y enseguida del diagrama se describen, de manera general, los pasos.

2.1 Revisión bibliográfica y cartográfica del área de estudio

Para medir el disturbio antropogénico se optó por el indicador actividad humana (Martorell y Peters, 2005). Por lo que buscaron, tanto en la literatura como en cartografía, parámetros estadísticos y cartografía vectorial de fuentes oficiales del gobierno mexicano, así como tesis y artículos científicos en revistas nacionales e internacionales.

En la literatura se buscaron indicadores de actividad humana para el Estado de México, del cual no se pudo extraer información debido a la escasez de esta. En la parte cartográfica, correspondientes al estado, se revisaron: cartas topográficas escala 1:50 000 y 1:250 000 de INEGI; Carta de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie V de INEGI; Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI; Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0.

⁴Disponible en: <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm>. Fecha de consulta: 15 de Octubre 2014.

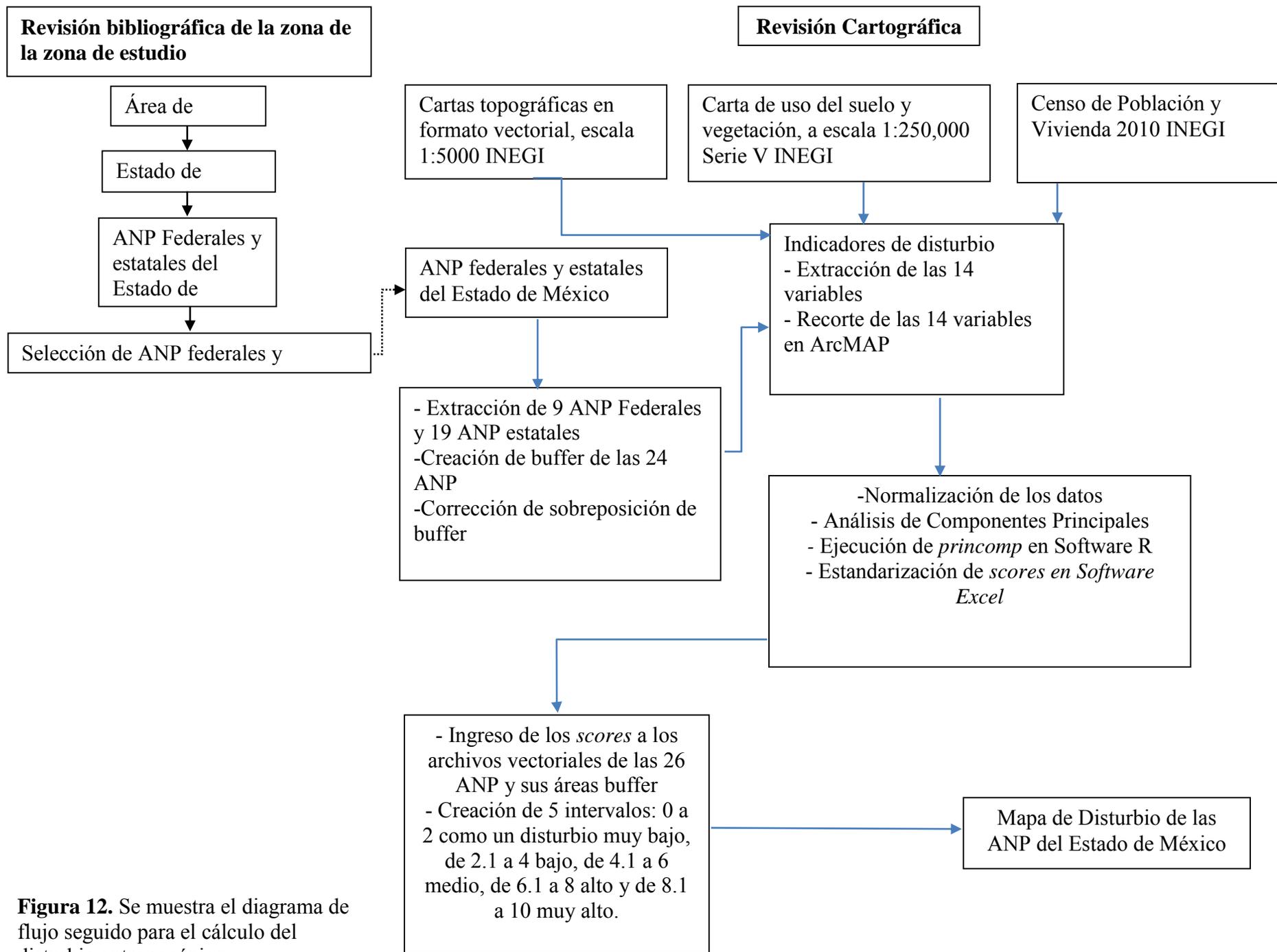


Figura 12. Se muestra el diagrama de flujo seguido para el cálculo del disturbio antropogénico.

En el diagrama de flujo de la Figura 12, podemos observar visualmente el tratamiento y la continuidad que se le dio a la información. De igual manera se muestran los insumos, procedimientos, técnicas y software empleado para la obtención de grado de disturbio y para la generación del producto cartográfico final.

2.2 ANP y buffers

De total de las ANP estatales del Estado de México, se seleccionaron 25, y de las federales fueron consideradas 9, ya que estas son las más representativas considerando su superficie (Figura 13 y 14).

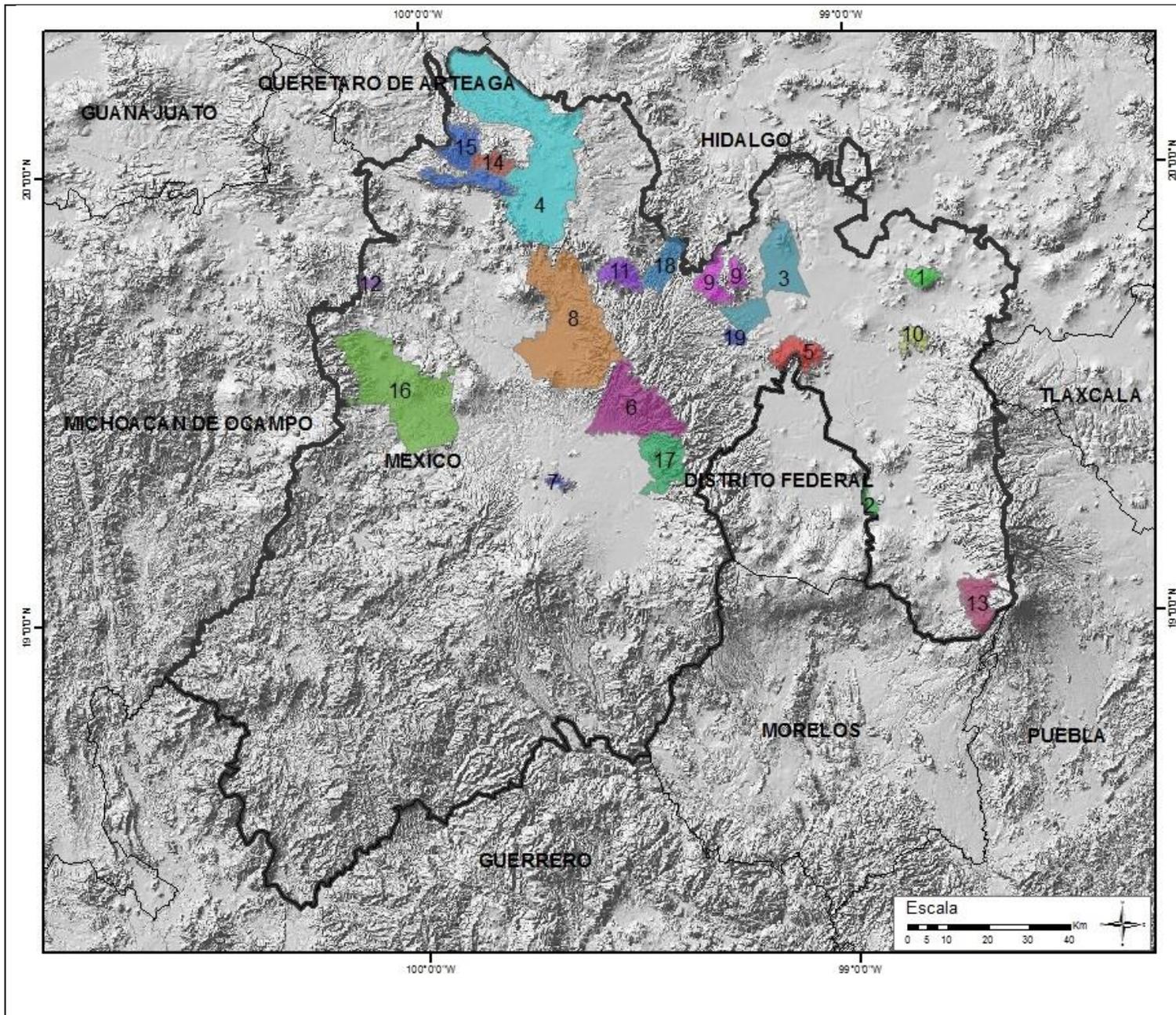


Figura 13. Se muestran las ANP de orden estatal consideraras para este trabajo. 1) Cerro Gordo; 2) Santuario del Agua Lagunas de Xico; 3) Santuario del Agua Laguna de Zumpango; 4) Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango; 5) Sierra de Guadalupe; 6) Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya; 7) Sierra Morelos; 8) Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila; 9) Sierra de Tepoztlán; 10) Sierra Patlachique; 11) Chapa de Mota; 12) Santuario del Agua Presa Brockman y Victoria; 13) Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla - Ecatzingo; 14) Santuario del Agua Presa Ñado; 15) El Oso Bueno; 16) Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria; 17) Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo; 18) Santuario del Agua y Forestal Presa Taxhimay; 19) Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe.

Fuente: Elaboración propia con archivos vectoriales de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Disponible en línea en <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm>. Fecha de consulta: 10 de Noviembre 2014.

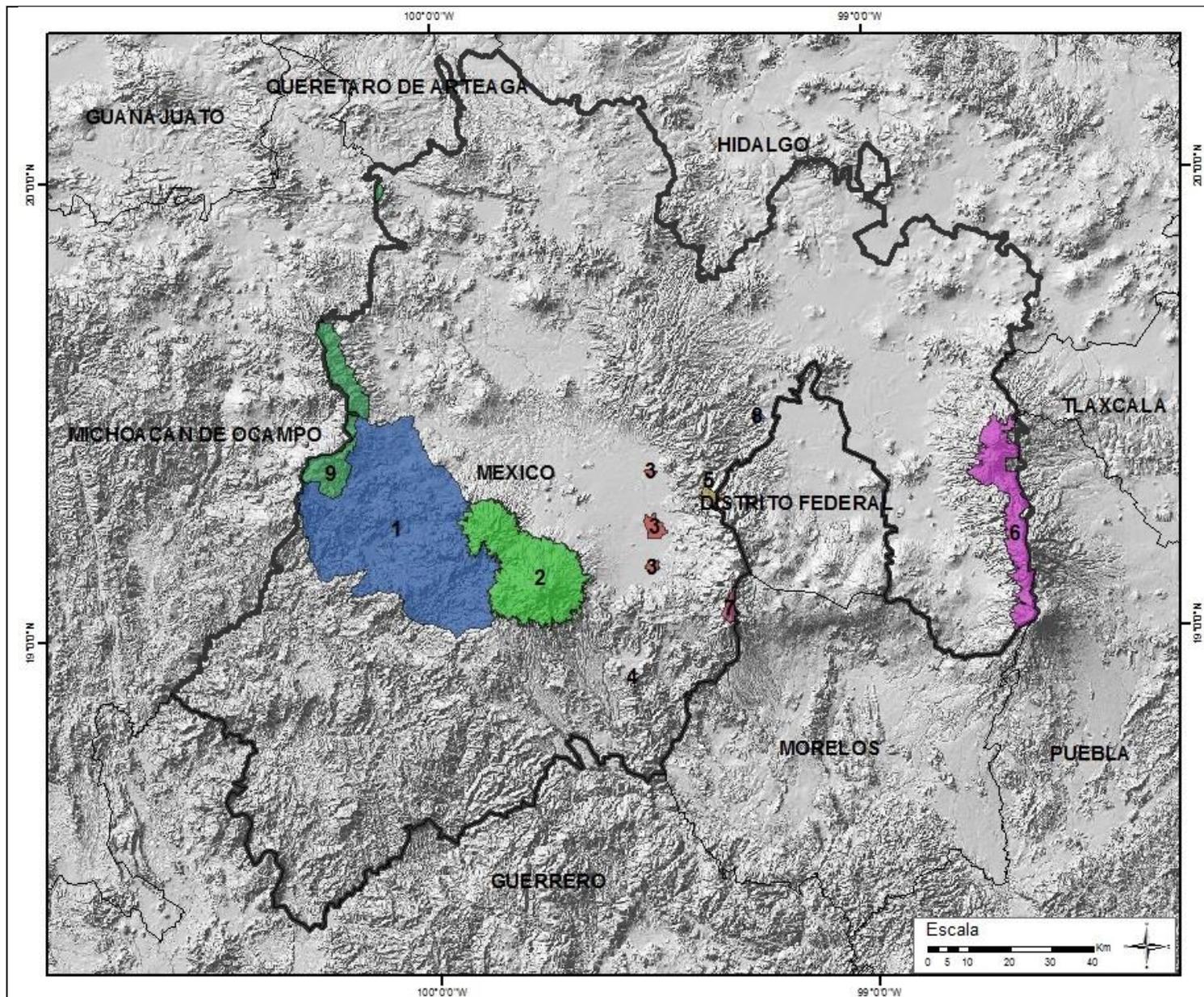


Figura 14. Aquí se muestran las ANP de orden federal consideradas para este trabajo. 1) Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, 2) Nevado de Toluca; 3) Ciénegas del Lerma; 4) Desierto del Carmen o de Nixcongo, 5); Insur. Miguel Hidalgo y Costilla; 6) Iztaccihuatl-Popocatepetl; 7) Lagunas de Zempoala; 8) Los Remedios; 9) Mariposa Monarca.

Fuente: Elaboración propia con archivos vectoriales de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Disponible en línea en <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm>. Fecha de consulta: 10 de Noviembre 2014.

Buffers

Para evitar datos con escaso o nulo valor, se optó por solo trabajar aquellas áreas de tamaño considerable con respecto al área total del estado de México. Así mismo, una vez seleccionadas las ANP, se realizó a cada una de ellas un buffer de 5 kilómetros (Tabla 2). Para este trabajo se realizaron buffer de 5 km a partir de cada una de las ANP, esto con el objetivo de conocer la eficacia de conservación de las mismas, así como el grado de disturbio en las áreas circundantes al área de preservación (Figura 15).

Debido a la superposición cartográfica entre buffers y ANP, se optó por solo tomar parte de los buffers donde no existiera esta superposición. Para ello, se realizaron intersecciones y cortes entre polígonos en el del sistema de información geográfica ArcMap 10.1, para así trazar el límite entre los polígonos de los buffers. En las figuras 15 y 16 se muestran las modificaciones a los polígonos.

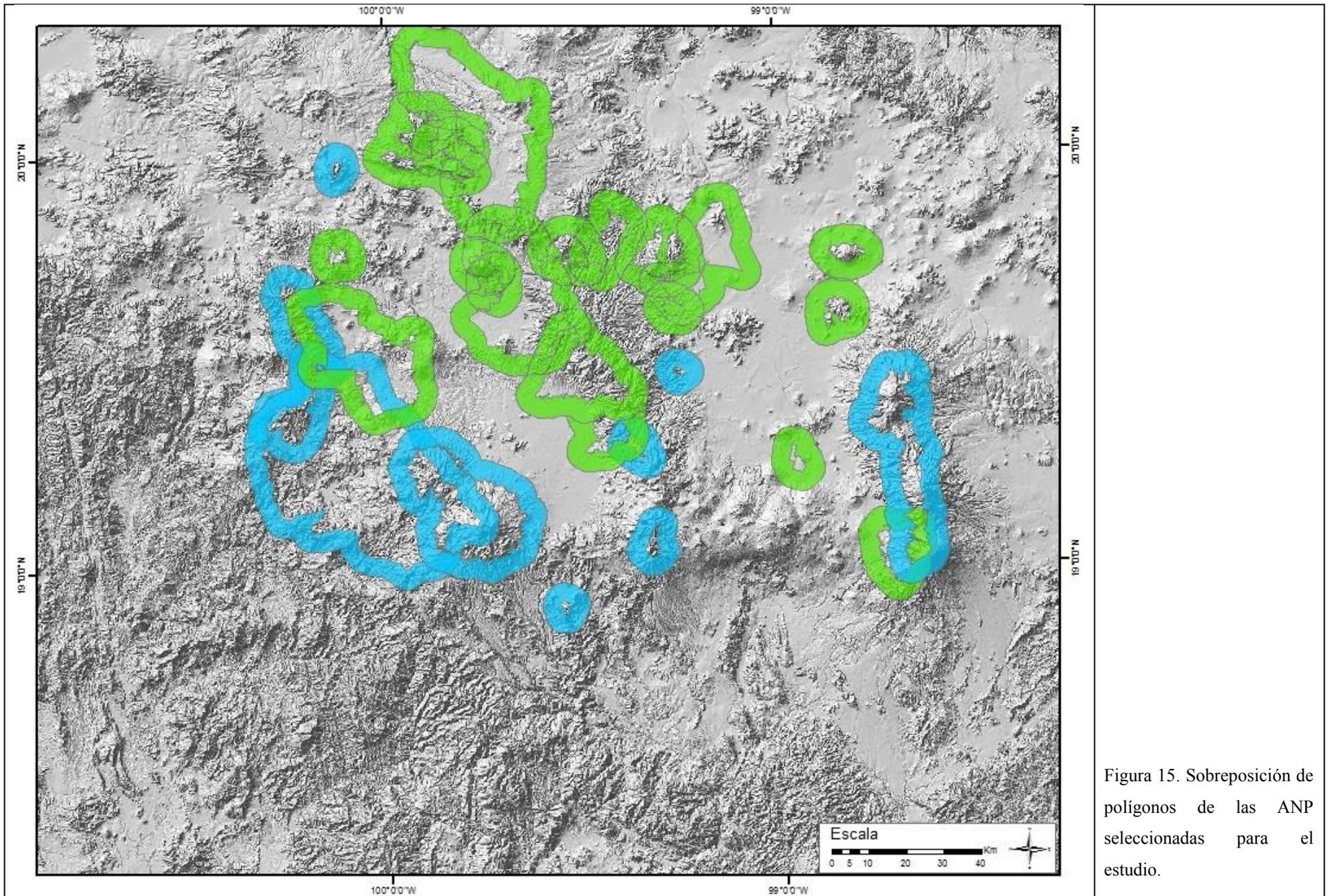


Figura 15. Sobreposición de polígonos de las ANP seleccionadas para el estudio.

Fuente: Elaboración propia con archivos vectoriales de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Disponible en línea en <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm>. Fecha de consulta: 10 de Noviembre 2014.

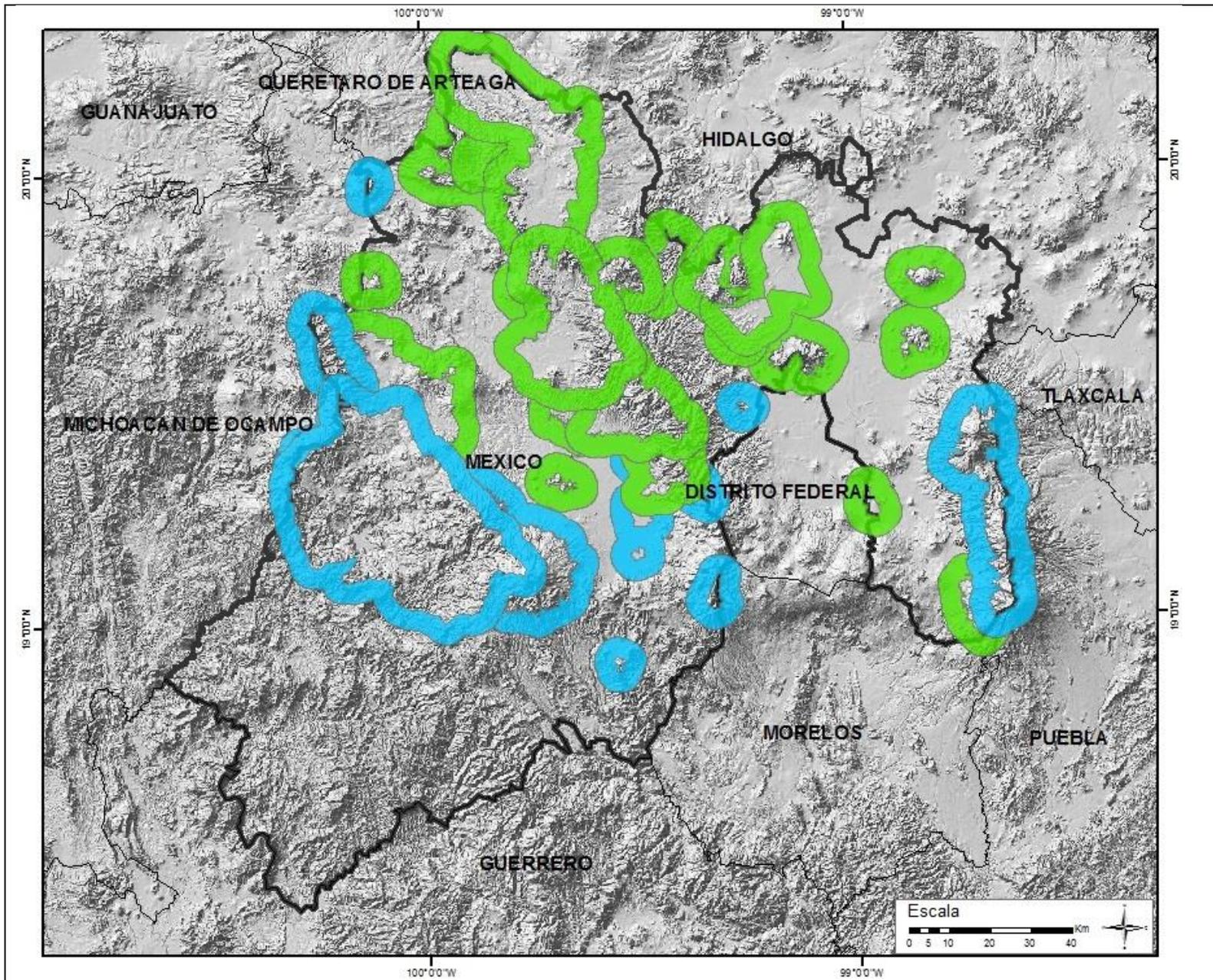


Figura 16. Polígonos sin sobre posición de las ANP seleccionadas para el estudio.

Fuente: Elaboración propia con archivos vectoriales de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Disponible en línea en <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm>. Fecha de consulta: 10 de Noviembre de 2014.

2.3 Indicadores de disturbio

Para medir el disturbio antropogénico en la ANP y buffer, se utilizaron 14 indicadores o variables, obtenidas de los siguientes fuentes: 1) 43 cartas topográficas escala 1:50, 000 de INEGI⁵ del Estado de México; 2) Carta de uso del suelo y vegetación, a escala 1:250,000 Serie V⁶; 3) el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2013). Dichas variables fueron:

- 1) Acueducto (Acu). Longitud de acueductos expresada en km cada ANP.
- 2) Agricultura (Agri). Área agrícola dentro de cada ANP expresada en km².
- 3) Asentamientos humanos (AseH). Es el área de los asentamientos poblacionales cada ANP expresada en km².
- 4) Bordo (Bor). Número de obras que sirven para la captación y el almacenamiento de agua, presentes en cada ANP expresada en km.
- 5) Calle (Cal), Longitud de calles en km cada ANP.
- 6) Camino (Cam), Longitud caminos en km cada ANP.
- 7) Canal (Can). Longitud canales de agua en km cada ANP.
- 8) Estanque (Est). Área de estanques de agua expresada en km² cada ANP.
- 9) Lindero (Lin). Longitud de lindero expresada en km en cada ANP.

⁵Disponible en línea, en:

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/detalle2.aspx?c=2031&upc=0&s=geo&tg=999&f=2&cl=0&pf=prod&ef=0&ct=206000000>. Fecha de consulta: 15 de Octubre 2014.

⁶Disponible en línea, en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/ususuelo/> Fecha de consulta: 15 de Octubre 2014

10) Línea de comunicación (LDC). La extensión de cables aéreos usados para la conducción de energía eléctrica expresada en kilómetros lineales cada ANP.

11) Población (Pob). Número de personas que habitan en cada ANP.

12) Puente (Pue). Longitud de los puentes expresada en km en cada ANP.

13) Vegetación inducida (Vgi). Vegetación inducida en cada ANP.

14) Vegetación secundaria (Ves). Vegetación secundaria en cada ANP.

2.4 Análisis multivariado

Para este trabajo, el disturbio antropogénico se reconoce como una variable multidimensional donde se midieron catorce variables. Para poder calcular el aporte de cada variable al disturbio en cada ANP y buffer, se requirió utilizar alguna técnica de análisis multivariado la cual fue análisis el ACP (Hair et al. 1987; McGarigal et al. 2000), ya que permite integrar muchas variables en pocos gradientes o dimensiones (componentes principales) lo que permite condensar la información y transformarla en una o varias nuevas variables o índices.

Para esto, en primera instancia se superpusieron las catorce variables en cada una de las ANP y buffer en un sistema de información geográfica (Arc Map 10.1), para después de cortadas y exportar la tabla de atributos en formato *dbf*. Después los datos obtenidos para cada ANP y buffer se normalizaron y combinaron en un solo índice dentro del programa Excel 2013, el cual se designó con el nombre de índice de disturbio antropogénico. Posterior a esto se guardó como archivo con extensión *cvs* separado por comas para hacerlo compatible con el Software R (R Core Team, 2012). Dentro del software R se utilizó la función *princomp* para llevar a cabo el ACP. Finalmente los resultados fueron copiados al programa Excel 2013.

2.5 Mapa de Disturbio en ANP y buffers del Estado de México

En el estadístico R se estandarizaron los scores o puntuaciones del ACP en valores dentro de un rango que de 0 a 10, para cada una de las ANP y buffers. Obtenidos estos valores, se copiaron a la tabla de atributos de los archivos vectoriales de las ANP y sus buffers, para finalmente realizar la cartografía correspondiente de disturbio antropogénico, donde se utilizaron 5 divisiones utilizando *equal interval*. El cual es un método de clasificación de datos que divide un conjunto de valores de atributo en grupos que contienen una gama igual de valore. Estos intervalos son: 0 a 2 como un disturbio muy bajo, de 2.1 a 4 bajo, de 4.1 a 6 medio, de 6.1 a 8 alto y de 8.1 a 10 muy alto.

Capítulo III. Área de estudio: El Estado de México

3.1 Localización

El Estado de México se localiza al centro del país, entre los estado de Querétaro e Hidalgo al Norte, Tlaxcala y Puebla, al Este; Morelos y Guerrero al Sur; y Michoacán de Ocampo al Oeste (Figura 2). Contiene una superficie de 22 351 km², lo que corresponde al 1.1% del territorio nacional y en donde habitan aproximadamente 15 175 862 habitantes, que corresponde al 13.5% del total del país (CEPF, 2001; INEGI; 2013)

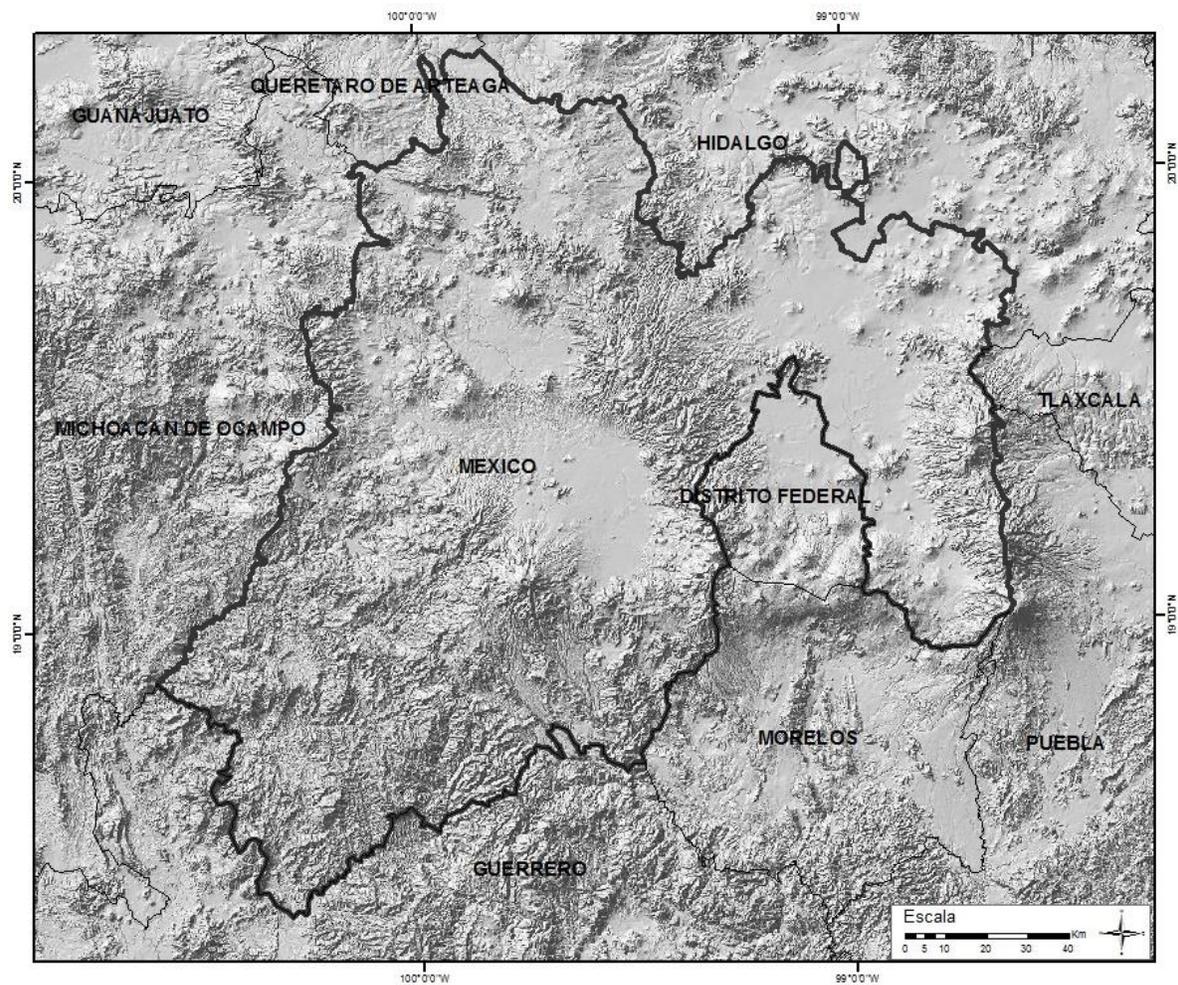


Figura 2. Mapa de relieve sombreado en donde se muestra la ubicación del Estado de México y estados colindantes. Fuente: Elaboración propia con archivos vectoriales de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en línea en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Fecha de consulta: 10 de Noviembre de 2015.

3.2 Clima

Los climas del Estado de México son continentales debido a que no tienen influencia marítima. Por su ubicación del estado el clima dominante tendría que ser tropical, no obstante la heterogeneidad en el relieve ocasiona una variedad de climas (GEM, 1993).

Las condiciones de precipitación y temperatura han ocasionado un predominio de climas templados en la mitad del estado ubicándose principalmente en el oeste, centro, norte y este. Los climas semifríos localizados en montañas y lomeríos por arriba de los 3000 m de altitud son de menor proporción en el territorio. En general los climas semicálidos bordean por el suroeste y sur a los climas templados, mientras que los cálidos en el extremo suroeste y los semisecos en el noreste (Tabla 11). El clima frío cubre las cimas de los volcanes Iztaccíhuatl, Popocatépetl y Nevado de Toluca (INEGI, 1999).

Tipo	Descripción
BS1kw	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.;
C(wo)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.
C(w1)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.
Awo	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.
C(w2)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.
Cb'(w2)	Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C.
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.
E(T)CHw	Frío, temperatura media anual entre -2°C y 5°C, temperatura del mes más frío sobre 0°C y temperatura del mes más caliente entre 0°C y 6.5° C.
EFHw	Muy frío, temperatura media anual menor a -2°C, temperatura del mes más frío bajo 0°C y temperatura del mes más caliente bajo 0°C.
(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.

Tabla 11. Descripción de los climas del Estado de México (García, 1986).

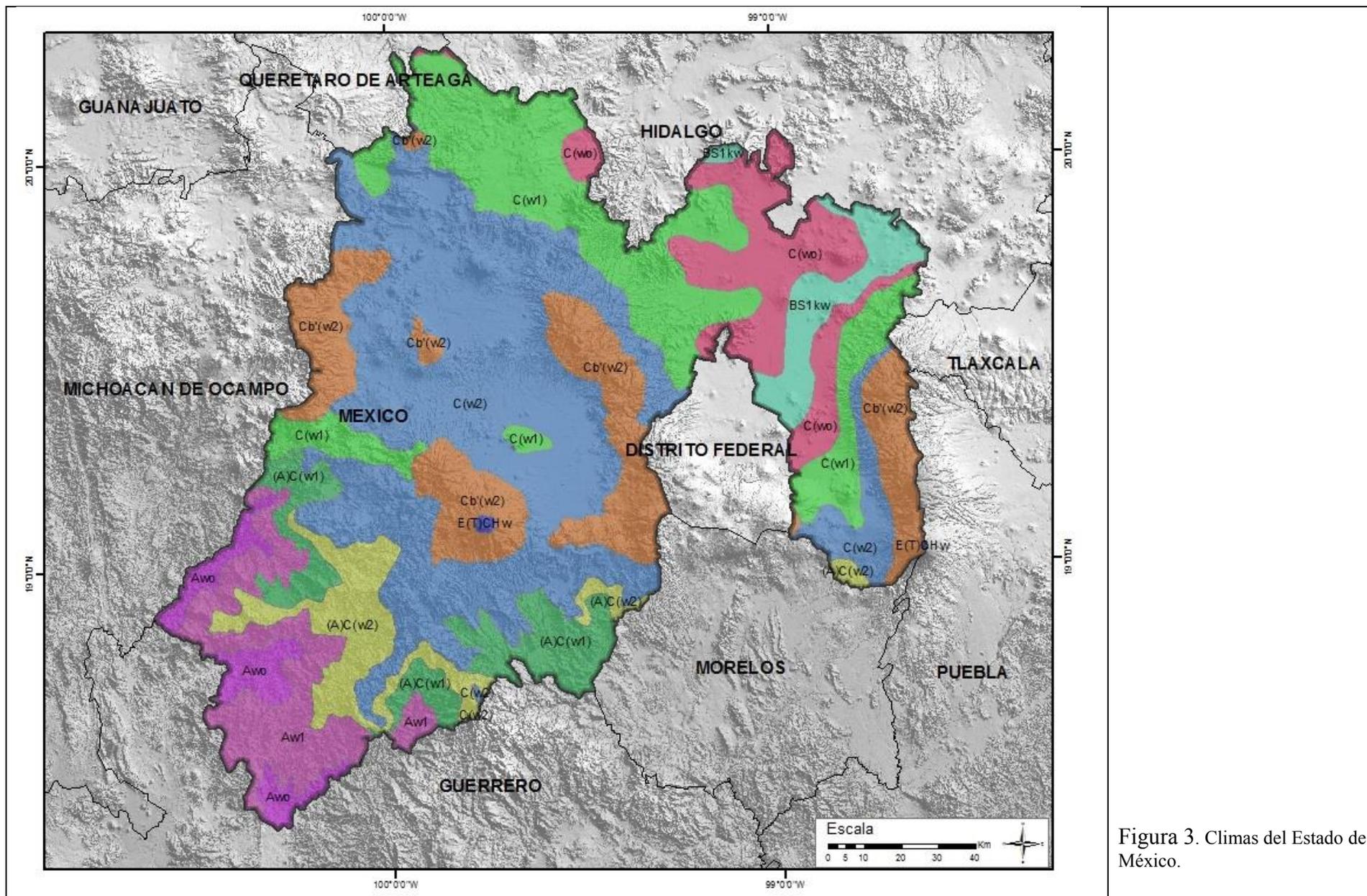


Figura 3. Climas del Estado de México.

Fuente: Elaboración propia con archivos vectoriales del Catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. García, E. 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en línea en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Fecha de consulta: 10 de Noviembre de 2015.

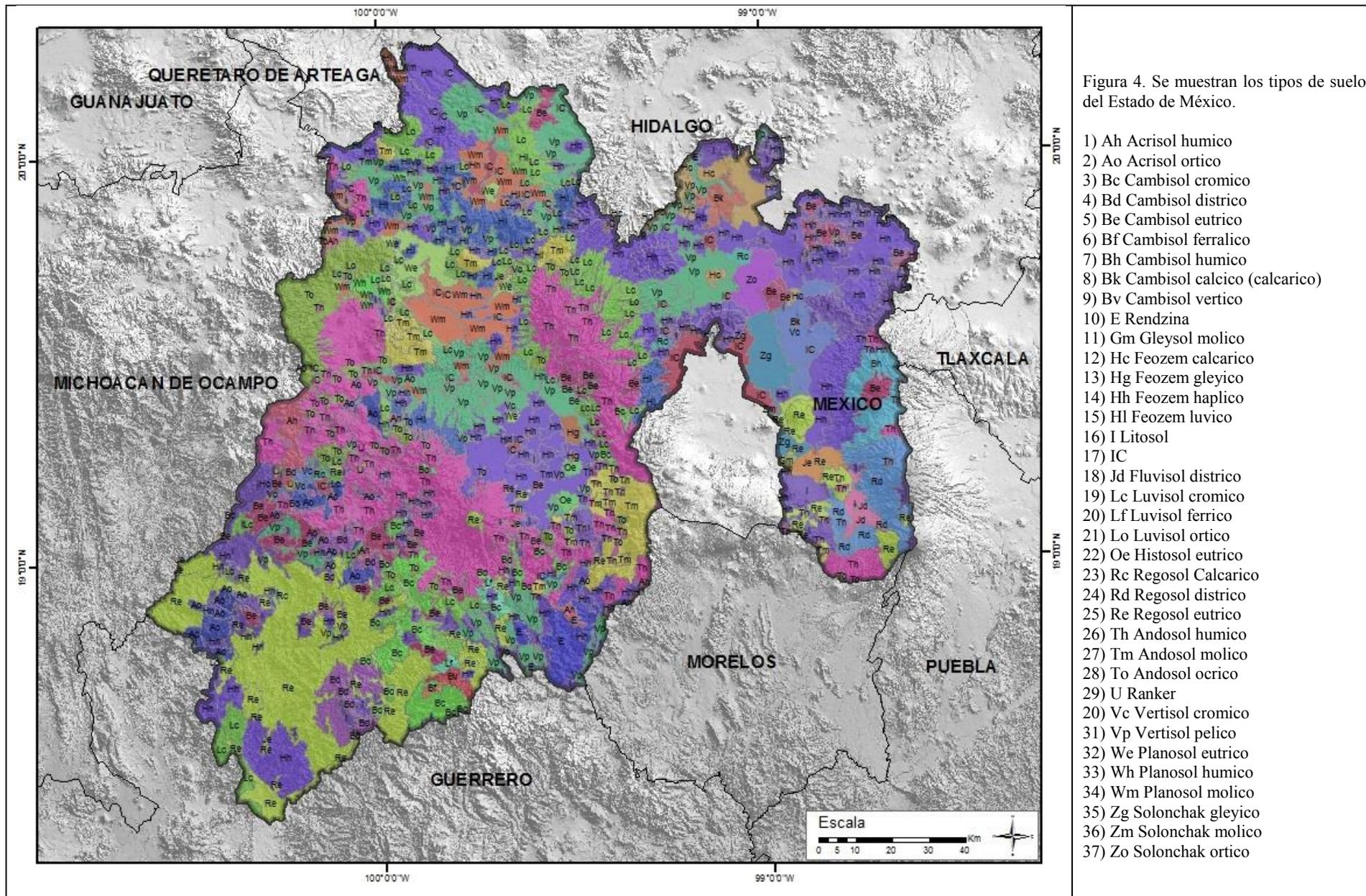
3.3 Edafología

La heterogeneidad del relieve, los diferentes tipos de clima, la altitud y la desecación de lagos da como resultado distintos tipos de suelo. La presencia de cenizas volcánicas origina y desarrolla a los andosoles. El clima y la precipitación dan forma a los acrisoles y luvisoles ubicados principalmente al suroeste del estado. El tipo de relieve influye en la distribución de los regosoles y litosoles los que ocupan las laderas y cimas de las montañas en el suroeste y este del estado. Las áreas planas sujetas a inundación dan lugar a histosoles y solonchak (Tabla 12). Las rocas calizas que se localizan en la porción sur dan origen a rendzinas (Vaca et al. 2007).

Tipo de suelo	Área km ²	Porcentaje respecto a la superficie del estado
Acrisol	524.060	2.4
Andosol	4628.650	20.8
Cambisol	1939.334	8.7
Feozem	4902.299	22.1
Fluvisol	223.279	1.0
Gleysol	11.233	0.1
Cuerpo de agua	211.544	1.0
Histosol	43.573	0.2
Litosol	1307.331	5.9
Luvisol	1355.500	6.1
Planosol	1159.662	5.2
Ranker	9.695	0.0
Regosol	2700.169	12.1
Rendzina	243.876	1.1
Solonchak	382.335	1.7
Vertisol	2388.806	10.7
Zona Urbana	195.230	0.9

Tabla 12. Tipo de suelo del Estado de México. Elaboración propia con el archivo vectorial del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en línea en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Fecha de consulta: 10 de Noviembre de 2014.

En la figura 4, se muestran los diferentes tipos de suelo del Estado de México.



Fuente: Elaboración propia con el archivo vectorial del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en línea en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Fecha de consulta: 10 de Noviembre de 2014.

3.4 Vegetación

El Estado de México cuenta con una amplia diversidad florística que se desarrolla a partir de las interrelaciones de los diferentes factores climáticos, geológicos, fisiográficos, formas de relieve, edáficas y ecológicas como también del gradiente altitudinal (GEM, 1993). Los tipos de vegetación primaria tienen una superficie de 7279 km² y 32 % de la superficie estatal, entre los que se encuentran bosques templados, selvas, pastizales, matorrales, humedales y otros tipos de vegetación (Tabla 13). En la figura (5), se muestra la vegetación primaria del Estado de México.

Vegetación primaria	Superficie km ²	Porcentaje respecto a la superficie del Estado
BOSQUES		
Bosque de Oyamel	646.861	2.910
Bosque de Pino	817.966	3.680
Bosque de Pino-Encino	1030.344	4.636
Bosque de Encino	611.677	2.752
Bosque de Encino-Pino	361.083	1.625
Bosque Mesófilo de Montaña	107.971	0.486
Bosque de Táscate	2.862	0.013
Bosque Cultivado	122.330	0.550
Bosque de Cedro	5.477	0.025
Bosque de Galería	2.108	0.009
SELVAS		
Selva Baja Caducifolia	145.426	0.654
PASTIZALES		
Pastizal Halófilo	92.582	0.417
Pastizal Inducido	3002.314	13.508
Pradera de Alta Montaña	54.632	0.246
MATORRALES		
Matorral Crasicaule	128.865	0.580
Matorral Desértico Rosetófilo	2.298	0.010
HUMEDALES		
Tular	13.501	0.061
OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN		
Vegetación Halófila	24.861	0.112
Áreas sin Vegetación Aparente	97.776	0.440
Palmar Inducido	9.060	0.041

Tabla 13. Superficie y porcentaje correspondiente a cada uno de los tipos de vegetación primaria del Estado de México.

Fuente: Elaboración propia con datos del archivo vectorial Carta de uso del suelo y vegetación, a escala

1:250,000 Serie V INEGI. Disponible en:

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/default.aspx>. Fecha de consulta: 15 de Noviembre 2014.

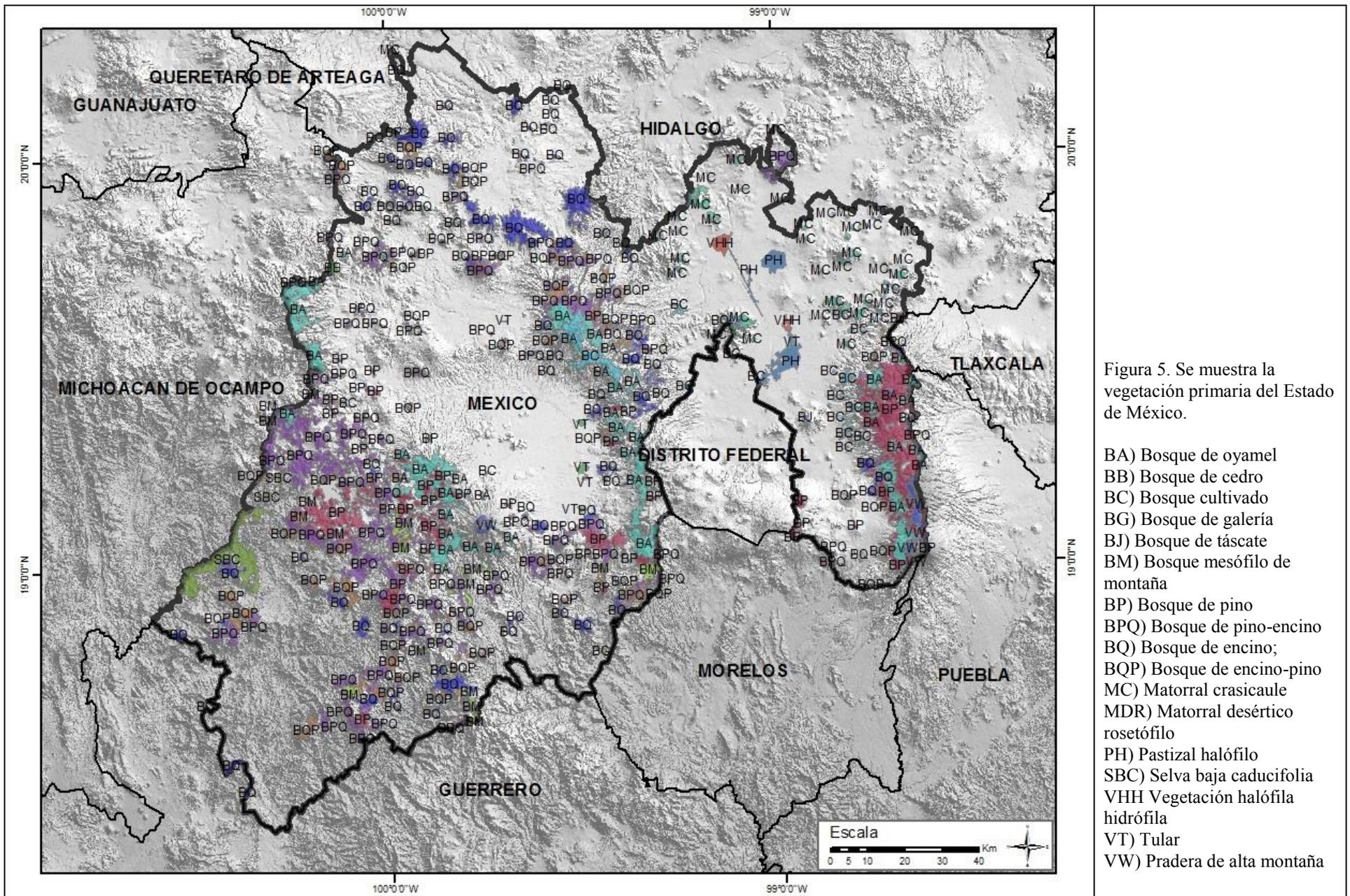


Figura 5. Se muestra la vegetación primaria del Estado de México.

- BA) Bosque de oyamel
- BB) Bosque de cedro
- BC) Bosque cultivado
- BG) Bosque de galería
- BJ) Bosque de táscate
- BM) Bosque mesófilo de montaña
- BP) Bosque de pino
- BPQ) Bosque de pino-encino
- BQ) Bosque de encino;
- BQP) Bosque de encino-pino
- MC) Matorral crasicaule
- MDR) Matorral desértico rosetófilo
- PH) Pastizal halófilo
- SBC) Selva baja caducifolia
- VHH) Vegetación halófila hidrófila
- VT) Tular
- VW) Pradera de alta montaña

Fuente: Elaboración propia con datos del archivo vectorial Carta de uso del suelo y vegetación, a escala 1:250,000 Serie V INEGI. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/default.aspx>. Fecha de consulta: 15 de Noviembre 2015.

Respecto a la vegetación secundaria que se desarrolló después de un disturbio de las actividades humanas como cambio de uso de suelo, deforestación, incendios provocados tiene una superficie de 3506 km² y un porcentaje de 16 respecto a la superficie estatal (Tabla 14). En la figura (6), se muestra la vegetación secundaria del Estado de México.

Vegetación Secundaria	Superficie km ²	Porcentaje respecto a la superficie del Estado
ARBÓREA		
Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Cedro	3.002	0.014
Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Encino	261.771	1.178
Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Encino-Pino	65.086	0.293
Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Oyamel	73.414	0.33
Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Pino	262.993	1.183
Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Pino-Encino	65.209	0.293
Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Táscate	4.904	0.022
Vegetación secundaria arbórea de Bosque Mesófilo de Montaña	7.491	0.034
Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia	268.712	1.209
ARBUSTIVA		
Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino	989.852	4.453
Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino-Pino	202.574	0.911
Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Oyamel	41.28	0.186
Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino	136.003	0.612
Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino	222.256	1
Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Táscate	143.793	0.647
Vegetación secundaria arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña	2.86	0.013
Vegetación secundaria arbustiva de Matorral Crasicaule	16.047	0.072
Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	710.099	3.195
HERBÁCEA		
Vegetación secundaria herbácea de Bosque de Encino	12.895	0.058
Vegetación secundaria herbácea de Bosque de Pino-Encino	1.124	0.005
Vegetación secundaria herbácea de Selva Baja Caducifolia	15.268	0.069

Tabla 14. Superficie y porcentaje correspondiente a cada uno de los tipos de vegetación secundaria del Estado de México. Fuente: Elaboración propia con datos del archivo vectorial Carta de uso del suelo y vegetación, a escala 1:250,000 Serie V INEGI. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccat/edafologia/default.aspx>. Fecha de consulta: 15 de Noviembre 2014.

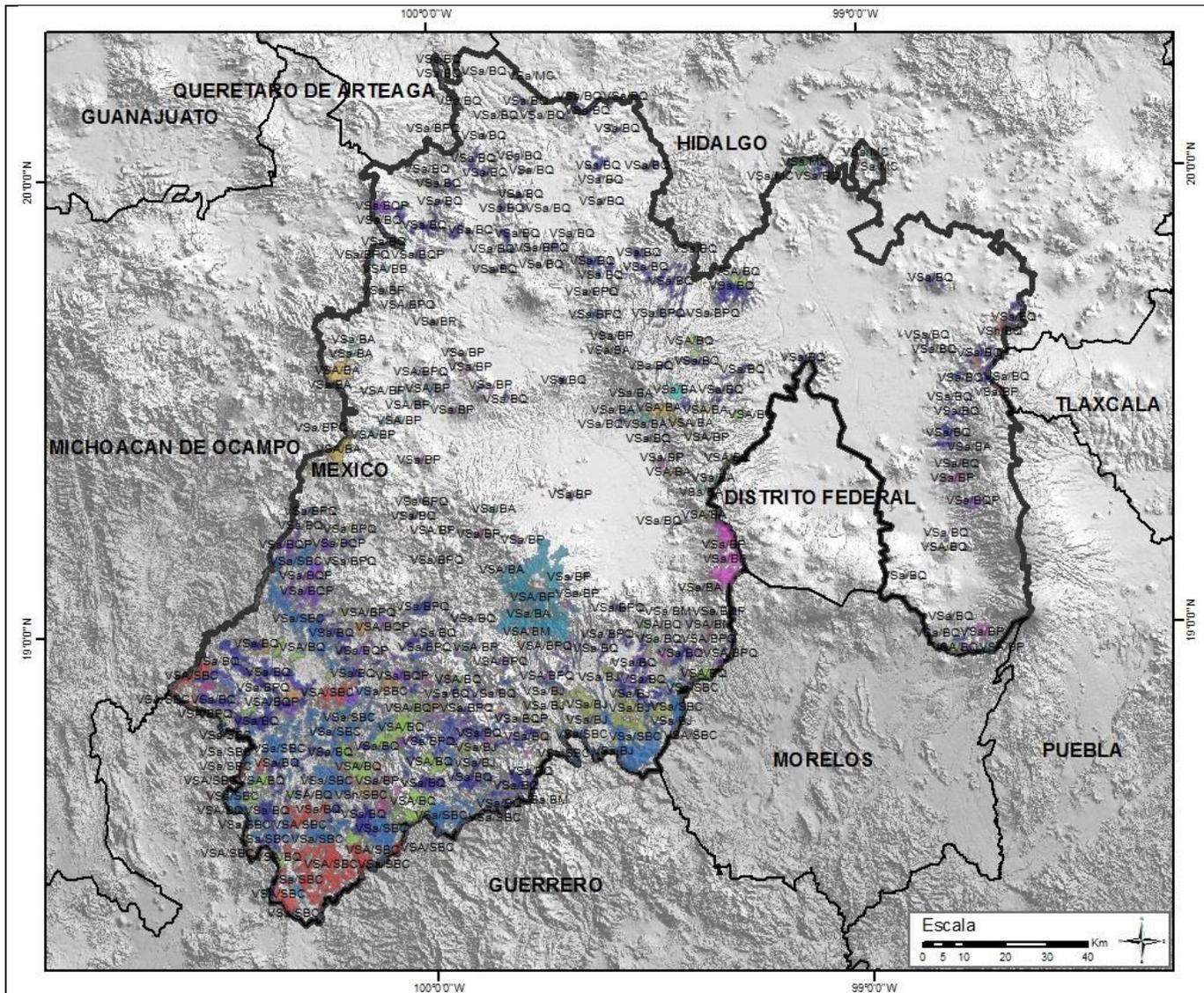


Figura 6. Se muestra la vegetación secundaria del Estado de México.

VSa/BA Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel; VSa/BA Vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel; VSa/BB Vegetación secundaria arbórea de bosque de cedro; VSa/BJ Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate; VSa/BJ Vegetación secundaria arbórea de bosque de táscate; VSa/BM Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña; VSa/BM Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña; VSa/BP Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino; VSa/BP Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino; VSa/BPQ Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino; VSa/BPQ Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino; VSa/BQ Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino; VSa/BQ Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino; VSa/BQP Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino; VSa/BQP Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino; VSa/MC Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule; VSa/SBC Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia; VSa/SBC Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia; VSa/SBC Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino-encino; VSa/SBC Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino; VSa/SBC Vegetación secundaria herbácea de selva baja caducifolia.

Fuente: Elaboración propia con datos del archivo vectorial Carta de uso del suelo y vegetación, a escala 1:250,000 Serie V INEGI. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/default.aspx>. Fecha de consulta: 15 de Noviembre 2014.

3.5 Geología

El territorio mexiquense cuenta con antiguas rocas metamórficas cretácicas de la era mesozoica que son parte del complejo orogénico Guerrero-Colima. Con respecto a las rocas sedimentarias son de edades diversas, tanto cretácica como cenozoica que forman parte de la plataforma Morelos-Guerrero y del complejo orogénico Guerrero-Colima. El 70 % de la superficie del estado tiene rocas volcánicas y volcanoclásticas terciarias y cuaternarias de edad cenozoica que forman parte de la provincia Eje Neovolcánico (Vaca et al. 2007; López et al. 2009).

Las rocas ígneas cubren una superficie de 14060.876 km² y un porcentaje respecto al estado de 63.3. Las rocas metamórficas tienen un área de 2907.572 km² y 13.1 % del territorio mexiquense. Con respecto a las rocas sedimentarias se extienden en una zona de 2217.168 km² y con un 10% de la entidad (Tabla 15).

Origen	Área km ²	Porcentaje respecto a la superficie del estado
Ígnea extrusiva	13989.618	62.9
Ígnea intrusiva	71.258	0.3
Metamórfica	2907.572	13.1
No aplica	132.396	0.6
Sedimentaria	2217.168	10.0
Suelo	2908.564	13.1

Tabla 15. Origen de las rocas del Estado de México. Fuente: Carta Geológica de la República Mexicana. Escala 1:1 000 000 INEGI. Disponible en línea en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/geologia/cartageologica.aspx>. Fecha de consulta: 16 de Noviembre 2014

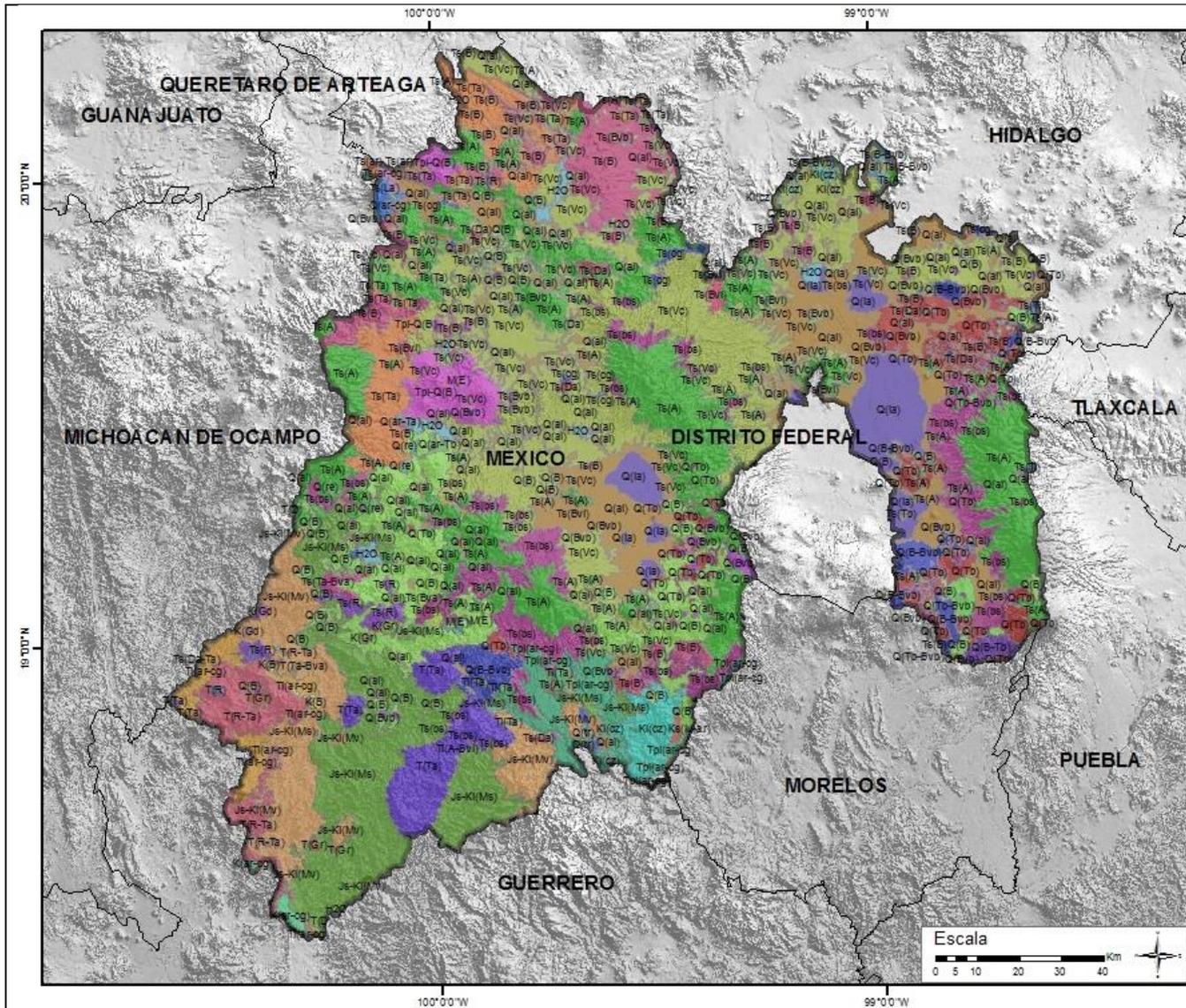


Figura 7. Se muestra la geología del Estado de México

Js-Ki(Ms) Meta sedimentaria; Js-Ki(Mv) Meta volcánica; K(ar-cg) Arenisca-Conglomerado; K(B) Basalto; K(Gd) Granodiorita; K(Gr) Granito; Ki(cz) Caliza; Ks(lu-ar) Lutita-Arenisca; M(E) Esquisto; Q(al) Aluvial; Q(ar-cg) Arenisca-Conglomerado; Q(ar-Ta) Arenisca-Toba ácida; Q(ar-Tb) Arenisca-Toba básica; Q(B) Basalto; Q(B-Bvb) Basalto-Brecha volcánica básica; Q(B-Tb) Basalto-Toba básica; Q(Bvb) Brecha volcánica básica; Q(cg) Conglomerado; Q(la) Lacustre; Q(re) Residual; Q(Tb) Toba básica; Q(Tb-Bvb) Toba básica-Brecha volcánica básica; Q(tr) Travertino; S/It No aplica; T(Bva) Brecha volcánica ácida; T(D) Diorita; T(Gd) Granodiorita; T(Gr) Granito; T(Pd) Pórfido dacítico; T(R) Riolitavv T(R-Ta) Riolita-Toba ácida; T(Ta) Toba ácida; T(Ta-Bva) Toba ácida-Brecha volcánica ácida; Ti(A-Bvi) Andesita-Brecha volcánica intermedia; Ti(ar-cg) Arenisca-Conglomerado; Ti(Ta) Toba ácida; Tpl(ar-cg) Arenisca-Conglomerado; Tpl(cg) Conglomerado; Tpl-Q(A-Ti) Andesita-Toba intermedia; Tpl-Q(B) Basalto; Ts(A) Andesita; Ts(ar) Arenisca; Ts(ar-cg) Arenisca-Conglomerado; Ts(B) Basalto; Ts(B-Bvb) Basalto-Brecha volcánica básica; Ts(bs) Brecha sedimentaria; Ts(Bva) Brecha volcánica ácida; Ts(Bvb) Brecha volcánica básica; Ts(Bvi) Brecha volcánica intermedia; Ts(cg) Conglomerado; Ts(Da) Dacita; Ts(Da-Ta) Dacita-Toba ácida; Ts(La) Latita; Ts(R) Riolita; Ts(Rd) Riodacita; Ts(Ta) Toba ácida; Ts(Ta-Bva) Toba ácida-Brecha volcánica ácida; Ts(Tb) Toba básica; Ts(Ti) Toba intermedia; Ts(V) Vidrio; Ts(Vc) Volcanoclástico.

Tabla 15. Origen de las rocas del Estado de México. Fuente: Carta Geológica de la Republica Mexicana. Escala 1:1 000 000 INEGI. Disponible en línea en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/geologia/cartageologica.aspx>. Fecha de consulta: 16 de Noviembre 2014.

3.6 Hidrología

En el territorio mexiquense las corrientes superficiales son ríos de tipo perenne que se localizan al sursuroeste, centro y noroeste. Algunas corrientes perennes son de corto recorrido y otras que provienen de la parte central, sur y norte de la entidad, son de mayor longitud con pendiente moderada que propician para que los escurrimientos desemboquen en el Golfo de México y Océano Pacífico. Las corrientes principales las componen los Ríos: Ixtapan, Tiostoc, Lerma, San Juan y Tula y se muestran en la figura 8 (CNA, 1994).

El agua subterránea del estado es de tipo libre, sin embargo existen en menor medida depósitos de tipo confinado y semiconfinado en los que se puede extraer agua para consumo humano, con excepción en algunas áreas de Texcoco que llega ser muy salada (Vaca et al. 2007). Cabe señalar que la actividad geológica del cuaternario dio origen a la creación de dos grandes zonas de humedales. El primero se ubica en el Valle de Toluca en las Ciénegas del Río Lerma y el segundo en la Cuenca de México en los cuerpos lacustres de Zumpango, Texcoco, Chalco, Xaltocan y Xochimilco (López et al. 2009).

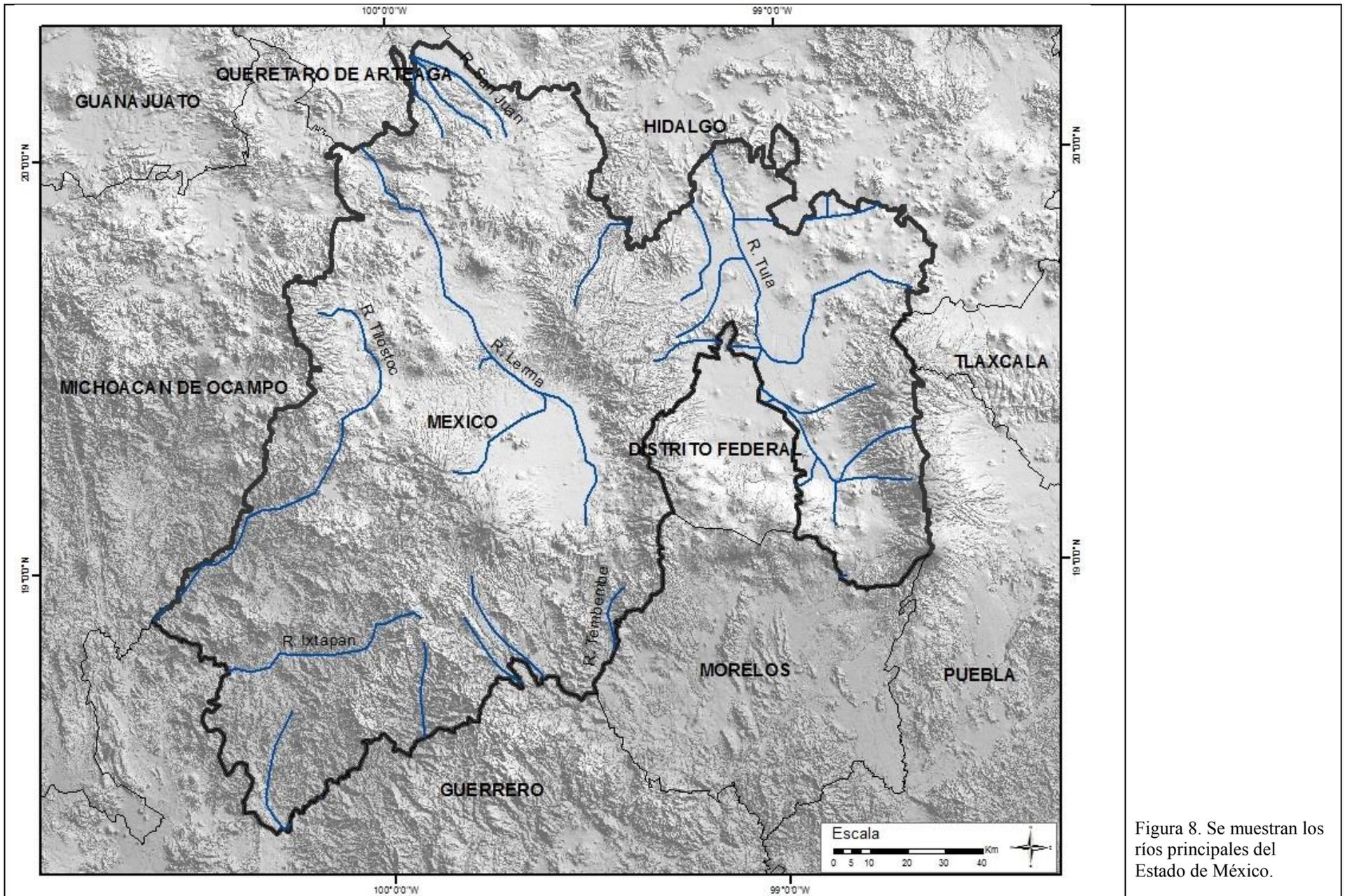


Figura 8. Se muestran los ríos principales del Estado de México.

Fuente: Elaboración propia con archivo vectorial de Hidrología. Escala 1:4 000 000. Catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en línea en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Fecha de consulta: 10 de Noviembre de 2014.

Capítulo IV Resultados

Los datos obtenidos de las catorce variables de disturbio fueron normalizados y combinados en un solo índice a través de un análisis de componentes principales. Los componentes principales uno y dos representan el 27% y 43%, respectivamente, de la varianza total y fueron significativos.

El componente principal uno cuenta con *loadings*, que en la mayoría de las variables son negativas, con excepción de asentamientos humanos (AseH), Calle (Cal), estanque (Est) y población (Pob). Los que cuentan con valores de cero son: canal (Can), puente (Pue), vegetación inducida (Vgi) y vegetación secundaria (Vgs) (Tabla 3).

Los *loadings* del segundo componente a los que corresponde un signo positivo son: vegetación inducida (Vgi) y vegetación secundaria (Vgs), y los restantes cuentan con un signo negativo (Tabla 16).

	Componente 1	Componente 2
Acu	-0.225	-0.265
Agri	-0.311	-0.414
AseH	0.428	-0.253
Bor	-0.199	-0.260
Cal	0.428	-0.303
Cam	-0.344	-0.174
Can	0	0.241
Est	0.280	-0.201
Lin	-0.291	-0.357
LDC	-0.150	-0.153
Pob	0.364	-0.354
Pue	0	-0.218
Vgi	0	0.189
Vgs	0	0.213

Tabla 16. *Loadings* de los dos primeros componentes principales. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 17, se muestran los componentes principales 1 y 2 de las 14 variables consideradas para medir el disturbio antropogénico. En rojo se presentan gráficamente los *loadings* para cada una de las variables. Como se puede observar, la mayoría de ANP y buffers se encuentran determinadas por los *loadings* de Vgs y Vgi. En segundo lugar, se encuentran influenciadas por *loadings* Agri, Lin, Acu, Bor y LDC. Por último, en tercer lugar los *loadings* que influyen en el menor número de ANP y buffer son AseH, Cal, Est y Pob.

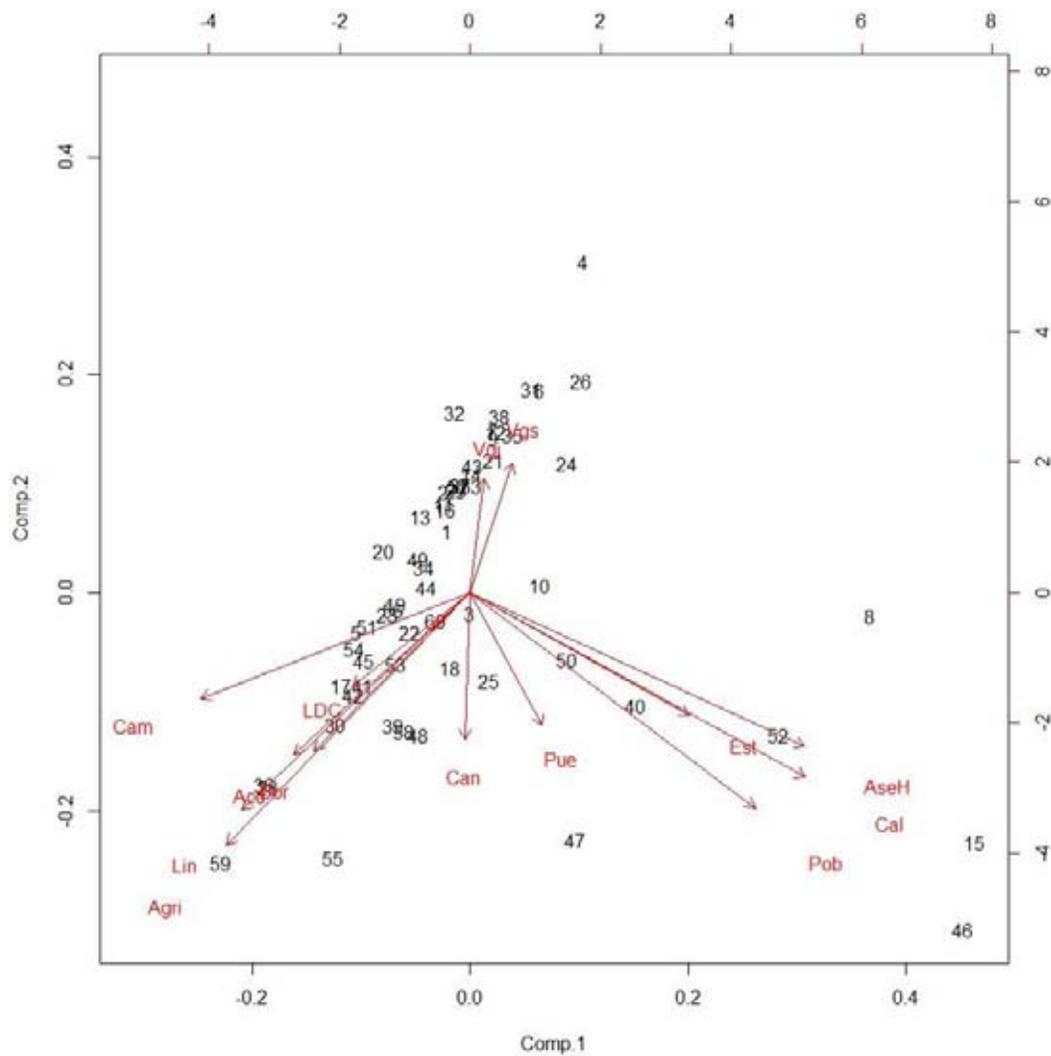


Figura 17. Se muestran los componentes principales 1 y 2, de las 14 variables empleadas para medir el disturbio antropogénico. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del cálculo de componentes principales en el Software R.

En la figura siguiente (18), se muestra el mapa de Disturbio Antropogénico de las ANP estatales y federales del Estado de México.

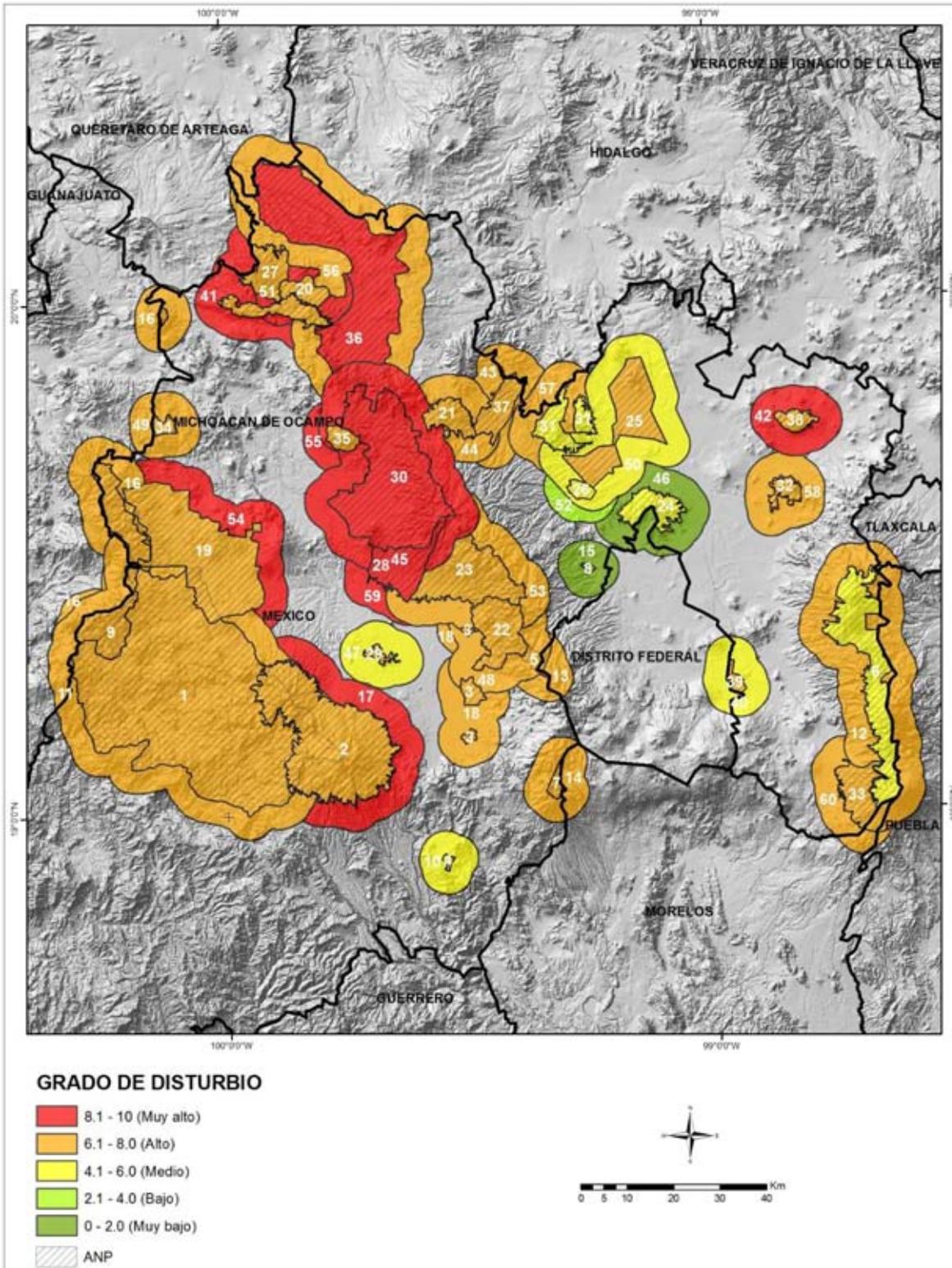


Figura 18. Mapa de Disturbio Antropogénico de las ANP estatales y federales del Estado de México. (Fuente: elaboración propia).

En la Tabla 18 se muestran la numeración, categoría, intensidad de disturbio y grado de disturbio de las ANP y buffers. El campo “Número” corresponde a los números en el mapa de la Figura 18.

Número	Nombre	Categoría	Área km ²	Grado de Disturbio	Intensidad de Disturbio
38	Cerro Gordo	Parque Estatal	30	6.02	Alto
42	Cerro Gordo	Buffer	201	8.05	Muy alto
21	Chapa de Mota	Parque Estatal	61	6.17	Alto
44	Chapa de Mota	Buffer	163	7.09	Alto
3	Ciénegas de Lerma	Áreas de Protección de Flora y Fauna	30	6.63	Alto
18	Ciénegas del Lerma	Buffer	220	6.83	Alto
1	Cuencas de los ríos valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec	Área de Protección de Recursos Naturales	1717	6.79	Alto
11	Cuencas de los ríos valle de bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec	Buffer	1076	6.84	Alto
4	Desierto del Carmen o de Nixcongo	Parque Nacional	5	4.87	Medio
10	Desierto del Carmen o de Nixcongo	Buffer	130	5.46	Medio
27	El Oso Bueno	Parque Estatal	150	6.66	Alto
41	El Oso Bueno	Buffer	219	8.03	Muy alto
5	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	Parque Nacional	14	8.16	Muy alto
13	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	Buffer	81	7.16	Alto
6	Iztaccíhuatl – Popocatepetl	Parque Nacional	282	5.54	Medio
12	Iztaccíhuatl – Popocatepetl	Buffer	766	6.14	Alto
7	Lagunas de Zempoala	Parque Nacional	16	6.19	Alto
14	Lagunas de Zempoala	Buffer	183	6.52	Alto
35	Lic. Isidro Fabela	Parque Estatal	28	5.91	Medio
55	Lic. Isidro Fabela	Buffer	55	8.3	Muy alto
8	Los Remedios	Parque Nacional	4	0.92	Muy bajo
15	Los Remedios	Buffer	121	0.92	Muy bajo

9	Mariposa Monarca	Reserva Ecológica Federal	218	6.15	Alto
16	Mariposa Monarca	Buffer	426	6.81	Alto
2	Nevado de Toluca	Parque Nacional	537	6.84	Alto
17	Nevado de Toluca	Buffer	377	8.27	Muy alto
25	Santuario del Agua Laguna de Zumpango	Santuarios del Agua y Forestales	200	6.21	Alto
50	Santuario del Agua Laguna de Zumpango	Buffer	520	5.12	Medio
39	Santuario del Agua Lagunas de Xico	Santuarios del Agua y Forestales	14	7.55	Alto
40	Santuario del Agua Lagunas de Xico	Buffer	174	4.2	Medio
34	Santuario del Agua Presa Brockman y Victoria	Santuarios del Agua y Forestales	16	7.16	Alto
49	Santuario del Agua Presa Brockman y Victoria	Buffer	167	7.2	Alto
20	Santuario del Agua Presa Ñado	Santuarios del Agua y Forestales	43	7.66	Alto
51	Santuario del Agua Presa Ñado	Buffer	235	7.93	Alto
36	Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	Santuarios del Agua y Forestales	703	9.4	Muy alto
56	Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	Buffer	769	7.61	Alto
33	Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla – Ecatingo	Santuarios del Agua y Forestales	87	6.5	Alto
60	Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla – Ecatingo	Buffer	159	7.03	Alto
26	Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe	Santuarios del Agua y Forestales	18	4.89	Medio
52	Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe	Buffer	58	2.13	Bajo
37	Santuario del Agua y Forestal Presa Taxhimay	Parque Estatal	73	6.6	Alto
43	Santuario del Agua	Buffer	150	6.45	Alto

	y Forestal Presa Taxhimay				
19	Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria	Santuarios del Agua y Forestales	469	7.49	Alto
54	Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria	Buffer	307	8.06	Muy alto
30	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila	Santuarios del Agua y Forestales	532	8.38	Muy alto
45	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila	Buffer	662	7.98	Alto
28	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate	Santuarios del Agua y Forestales	115	9.32	Muy alto
59	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate	Buffer	72	10	Muy alto
23	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya	Santuarios del Agua y Forestales	251	7.62	Alto
53	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya	Buffer	346	7.52	Alto
22	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo	Santuarios del Agua y Forestales	126	7.35	Alto
48	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo	Buffer	198	7.23	Alto
24	Sierra de Guadalupe	Parque Estatal	72	5.09	Medio
46	Sierra de Guadalupe	Buffer	249	0	Muy bajo

31	Sierra de Tepotzotlán	Parque Estatal	90	5.58	Medio
57	Sierra de Tepotzotlán	Buffer	173	6.62	Alto
29	Sierra Morelos	Parque Estatal	12	6.64	Alto
47	Sierra Morelos	Buffer	183	5.02	Medio
32	Sierra Patlachique	Parque Estatal	31	6.62	Alto
58	Sierra Patlachique	Buffer	215	7.36	Alto

Tabla 18. ANP de estudio, así como el número consecutivo que se utilizó para el análisis multivariado. El color rojo pertenece a intensidad de disturbio Muy alto (8.1 a 10); el color anaranjado a grado de disturbio Alto (6.1 a 8); el color verde fluorescente a grado de disturbio Medio (4.1 a 6); el color verde cálido a grado de disturbio Bajo (2.1 a 4); y finalmente el color verde pasto a grado de disturbio Muy bajo (0 a 2). Fuente: Elaboración propia

A partir de esta tabla podemos decir que dentro de las ANP; 4 presentan disturbio muy alto, 19 con alto, 6 con medio, 0 con bajo y 1 con muy bajo. Dentro de las áreas circundantes o buffer obtenemos que; 4 presentan disturbio muy alto, 17 con alto, 4 con medio, 1 con bajo y 2 con muy bajo (Tabla 19).

ANP	Buffer
4 Muy Alto	4 Muy Alto
19 Alto	17 Alto
6 Medio	4 Medio
0 Bajo	1 Bajo
1 Muy bajo	2 Muy bajo

Tabla 19. En la tabla se enumera las ANP y áreas circundantes con su respectiva intensidad de disturbio.

Con los *scores* obtenidos se representó cartográficamente el disturbio antropogénico en las ANP y buffers. En general las ANP y sus buffers cuentan con alto disturbio antropogénico y los detalles de cada una se aprecian en la Tabla 18. De manera general, las ANP con muy alto grado de disturbio antropogénico corresponden al Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango y Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria y en cuanto a sus buffers cuentan con alto disturbio antropogénico. El ANP Los Remedios fue la única que tuvo un disturbio muy bajo al igual que su buffer. Con lo que respecta al ANP

Cerro Gordo, con categoría de Parque Estatal, cuenta con bajo disturbio y con el buffer correspondiente a muy alto disturbio.

Las ANP Santuario del Agua Laguna de Zumpango, Santuario del Agua Lagunas de Xico, Sierra Morelos cuentan con disturbio alto y sus buffers con disturbio medio. El Parque Nacional Izta-Popo Zoquiapan, cuenta con un disturbio medio y su buffer con disturbio alto. En cuanto al Parque Nevado de Toluca y Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria, ambos tienen un disturbio alto, mientras que en su buffer el grado es muy alto. Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, el Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo, Ciénegas del Lerma, Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, Lagunas de Zempoala, corresponden a un grado de disturbio alto, al igual que su buffer.

Capítulo V. Discusión

De inicio, es importante aclarar que las variables seleccionadas para la obtención del grado e intensidad de disturbio, fueron las más representativas. Ya que otras variables como, depósitos de desechos e infraestructura eléctrica (por mencionar algunas), no aportaron ni modificaron de manera significativa los resultados obtenidos. Ya que estas variables se no se presentaban en todas las áreas analizadas y cuando se presentaban eran de manera aislada o con pequeño tamaño.

Por consiguiente, con las 14 variables seleccionadas, el procesamiento se realizó en el programa estadístico R, en donde el resultado es expresado en *loadings*, los cuales se describen (según su valor y signo), los agentes más significativos relacionados con el disturbio.

En primera instancia, los *loadings* del primer componente principal se presentan con valores negativos y positivos y presumiblemente significativos, según Hair et al. (1987), lo que indica que en este eje la mayoría de las variables generan presión antropogénica alta.

Los *loadings* significativos (Hair et al. 1987) con valor positivo corresponden a AseH, Cal y Pob, y los que cuentan con valores negativos Cam y Agri. Así entonces esos *loadings* representan los principales agentes del disturbio antropogénico en las ANP y sus buffers. e

Específicamente, para el caso de la política establecida como “Santuarios del Agua y Forestales”, en este trabajo se determinó que son éstas las que presentan el mayor grado de disturbio. Y que de acuerdo con Martínez, et al. (2009), por medio de un estudio de observación, muestra que esta política ha sido ineficaz, ya que se siguen desarrollando un manejo inadecuado de las actividades humanas como lo es el aprovechamiento forestal, turismo, ganadería, agricultura de temporal y la acuacultura (trucha arco iris), donde ésta última juega un papel muy importante en el desarrollo y economía de los habitantes de los Santuarios del Agua y Forestales.

Como ya se ha mencionado, del total de las 30 ANP y 30 buffer analizados, 4 presentan disturbio muy alto, 19 con alto, 6 con medio, 0 con bajo y 1 con muy bajo. Dentro de las áreas circundantes o buffer obtenemos que; 4 presentan disturbio muy alto, 17 con alto, 4 con medio, 1 con bajo y 2 con muy bajo. Lo que pone en manifiesto el gran número de áreas deterioradas.

Debido a que es difícil analizar sesenta resultados, se optó por elaborar un mapa (Figura 18), en el que se plasman de manera efectiva el resultado del análisis. Y en el cual de manera inmediata, atendiendo a la tonalidad de los colores, nos podemos dar cuenta de que son muchas las áreas con medio a muy alto grado de disturbio y pocas las que guardan un aparente equilibrio dentro de sus límites.

En el mismo sentido, para poder explicar los agentes de disturbio no solo en las ANP del Estado de México, es necesario remontar en la historia desde la época prehispánica hasta la actualidad, para así entender el proceso de poblamiento, crecimiento demográfico y actividades socio-económicas.

Los primeros pobladores del hoy territorio mexiquense datan de miles de años antes de nuestra era. El Estado de México guarda testimonios prehistóricos y arqueológicos de las más altas culturas generadas en Mesoamérica. Por ejemplo en la región chalca, concretamente el sitio arqueológico de Xico, se encontró uno de los asentamientos humanos más antiguos (posiblemente 22 000 o 21 000 años a.C.). Algunos de los restos se encontrados son artefactos de molienda lo que indican de la presencia de la agricultura (Jarquin y Herejón, 2004; Jarquin y Herejón 1995).

Hacia el preclásico (1200 a.C. – 200 d. C.), el Estado de México alberga aldeas de agricultores y pescadores. Época de la cual se tienen restos de cerámica así como restos de maíz de la variedad del teocintle. Durante época clásica (200 d. C. - 800 d. C.), la ciudad por excelencia dentro del Estado es Teotihuacán, en la cual el abastecimiento de alimentos llegó principalmente por el intercambio comercial, trueque o de tributos (Hernández, 1958).

Posterior a la conquista de Tenochtitlan, el deseo de expansión y conquista hizo fijar a los invasores sobre la cultura purépecha, pero antes tenían que pasar por el valle de Toluca, que era el paso obligado hacia Michoacán. Al lograr la conquista de los asentamientos en el valle de Toluca, las tierras pasaron a estar densamente pobladas debido a que los misioneros franciscanos a Texcoco y Toluca, se abocaron a organizar los asentamientos indígenas según lineamientos del virrey Antonio de Mendoza. Estas mismas tierras eran buenas para la ganadería, producían granos y redituaban rápidas riquezas (Beltrán, 1993; Baranda y García, 1986).

Las actividades mencionadas no solo era la actividad principal, ya que la idea de un súbito enriquecimiento mediante el hallazgo de minas provocó que los españoles desdeñaran la tierra y evitaran ocuparse de labores agropecuarias lo que posiblemente ejerció, aceleró y propició el desmantelamiento de bosques, ya que las técnicas mineras de esa época requerían de grandes cantidades de madera para poder utilizarla como combustible y así fundir los metales extraídos (Zamudio y Camacho, 2005; Jarquin y Herejón, 2004).

Durante la época de la colonia la economía de los pueblos de los valles de México y Toluca, como se mencionó, tuvo su base en la agricultura y se organizó principalmente en unidades productivas conocidas como haciendas, la cual significaba haber o riqueza personal en general y con el tiempo pasó a designar una propiedad territorial de importancia beneficiada por las políticas propias de la colonia y que colocó a la hacienda en las mejores tierras del Estado de México (Jarquin y Herejón, 2004; Zoraida, 1994).

Es entonces cuando la hacienda comenzó a ser la institución económica central de México, pues se fue extendiendo más y más sobre los territorios baldíos y sobre aquellos que pertenecían a las comunidades indígenas y a otras corporaciones. Así, la vida del poblador mexiquense de los valles de México y de Toluca se caracterizó por una organización inserta en el entorno rural como soporte del abastecimiento de la capital, los centros mineros y las poblaciones menores de ambos valles, asentadas alrededor e incluso adentro de las haciendas (Zamudio y Camacho, 2005).

Sin embargo, la población se vio diezmada por causa de las epidemias lo que llevo a la corona española a fines del siglo XVI y principios del XVII, a llevar a cabo un nuevo programa de congregación o reducción y reacomodo de pueblos (Tabla 20). Desde el punto de vista político, ciertos lugares importantes en la época prehispánica dejaron de existir; en cambio, algunas comunidades recién formadas cobraron importancia, sobre todo las que habían estado subordinadas y que debido a los reacomodos reafirmaron su independencia como cabeceras (Baranda y García, 1986).

Lugar	Año
Acolman	1603 – 1604
Amecameca	1599
Atlacomulco	1592
Chiutla	1603
Chapa de Mota	1592
Chimalhuacan	1599
Citlaltepec	1592
Coatepec	1604
Coatlinchan	1603
Cuautitlan	1604
Ecatepec	1603 – 1604
Huehuetoca	1594
Heuypoxtla	1592 – 1603
Ixtapaluca	1603
Jaltocan	1593 – 1599
Jiquipilco	1593
Jocotitlan	1592
Tecamac	1603 – 1604
Tenango Tepopola	1599 – 1603
Tenayuca	1593
Teotihuacan	1600 – 1603
Tepetlaoxtoc	1603
Tepexpan	1604
Tepozotlan	1593
Tequisquiac	1592
Tizayuca	1603
Tlalmanalco	1599 – 1603
Tlalnepantla	1593 – 1603
Tultitlan	1604
Zinacantepec	1593
Zumpango	1593

Tabla 20. Pueblos de reducción de los valles de Toluca y México (Gibson, 1964).

En cifras, parecen claras las tendencias generales que caracterizaron la evolución de la población indígena durante el periodo colonial. Manuel Miño Grijalva destaca, en primer lugar, una disminución acelerada de la población indígena frente al choque de la Conquista;

en segundo lugar, que entre 1540 y 1570 el movimiento descendente disminuyó para, ulteriormente, en tercer lugar, reiniciar un rápido descenso en lo que queda del siglo XVI y primera mitad del XVII, cuando cae a sus niveles más bajos (Jarquin y Herejón, 2004).

Posiblemente este movimiento tenga varias explicaciones, que van desde la migración de un centro a otro con el fin de evadir la carga tributaria hasta el hecho de que varias de las jurisdicciones señaladas presentaban mejor oportunidad de elevar el nivel de vida, sin dejar de lado la disponibilidad de recursos en otros lugar (Gibson, 1964; Jarquin y Herejón, 2004).

Debido a la industrialización y los procesos de urbanización y tercerización de la economía se iniciaron en el estado de México desde la mitad del siglo XIX, se ha reducido de manera continua la participación del sector agropecuario en la producción estatal. No obstante a nivel nacional ocupa un lugar muy importante con un 5.7 % de contribución y con el 2.4 % de la superficie agrícola nacional (GEM, 2008; Mejía, 2004).

En cuanto a la industrialización del estado, la primera ola moderna de este sector se prolonga desde la década iniciada en 1890 hasta la década de los años de 1930. Periodo de años en los cuales la producción se concentró en el acero, cemento, cerveza, telas de algodón, papel, vidrio, dinamita, jabón y cigarrillos. Aunque esta industrialización se inicia en el porfiriato, el desarrollo industrial más acelerado se da a partir de 1940 (Mejía, 2004).

Así entonces se pueden tomar tres periodos a partir de este año: 1940 a 1960 como el inicio de la industrialización moderna; 1960-1975 etapa de industrialización media, y 1975 a los década de los noventa como el periodo de industrialización avanzada o madura (Mejía-Reyes, 2004). Periodo de años en el que el Estado de México registra las más altas tasas de crecimiento (Mejía, 2004; CEPF, 2001).

Los agentes del disturbio fueron originados por el aumento de la población y el crecimiento económico como se vio con anterioridad. Desde el censo de 1985 se puede observar que la entidad contaba con 841 618 habitantes, para 1950 el número de habitantes paso a ser de 1

392 623. Treinta años después, en el censo de 1980, se registraron 7 564 335 habitantes. En el último censo, en 2010, la población paso a ser de 15 175 862. Este crecimiento poblacional, ha generado una pérdida y deterioro de los hábitats, en todo el estado y en especial en las ANP. Este panorama no parece mejorar ya que según CONAPO, la población para el año 2030 pasara a ser de 20 167 433, lo que implicara una presión aun mayor de la que ya se tiene sobre los recursos naturales en el estado de México.

Es un hecho que sobre las ANP del estado de México, así como de sus áreas circundantes, la pérdida de cobertura forestal, la sobreexplotación, y la contaminación de los ecosistemas son factores directos de pérdida de la biodiversidad por actividades humanas. Mientras que, por otro lado, existen causas que indirectamente influyen en la pérdida de biodiversidad, como lo es el crecimiento acelerado de la población que se ha venido dando en el estado de México desde 1940, patrones y niveles de consumo no sustentables y la falta de planeación y políticas públicas erróneas, entre otros.

Capítulo VI. Conclusiones

El propósito de realizar la evaluación el grado de disturbio antropogénico en las ANP protegidas del Estado de México fue realizado con éxito. Este trabajo surgió de la pregunta: ¿Cuál es la situación actual de las ANP del Estado de México?, entidad federativa que presume de tener el mayor número de ANP a nivel nacional.

Las bases conceptuales sobre las cuales se realizó el proceso metodológico de esta investigación han sido poco exploradas y aplicadas integralmente, por lo cual aunque existen algunas referencias bibliográficas que señalan procedimientos similares, no se encontró ninguna que incluyera el ejercicio metodológico propuesto para evaluar las ANP del territorio mexicano y en especial las del Estado de México. Por lo tanto este proyecto de investigación resulta una propuesta inusual e innovadora que puede ser aplicada para la evaluación y, posteriormente, para la conservación de las ANP en México.

Para lograr dicho propósito, se desarrolló un trabajo de investigación a partir del análisis multivariado específicamente con el Análisis por Componentes Principales, en el programa estadístico R. Para esto se normalizaron los valores de 14 variables. Así mismo, se realizó una revisión bibliográfica del proceso histórico de población del Estado de México.

Para proteger estos ecosistemas se hace mención a las ANP mexicanas, que van desde parques nacionales, reserva de la biosfera, monumentos naturales, áreas de protección de flora y fauna, áreas de protección de recursos naturales, entre otras. Particularmente el Estado de México es la entidad con el mayor número ANP del país. Sin embargo, no ocupa los primeros lugares entre las entidades de México que muestran una importante biodiversidad. De igual manera se alude a la pérdida de cobertura vegetal en el estado.

Además encontramos la importancia de estudiar el disturbio antropogénico en el país y en especial en la ANP ya que, en general, se tiene la percepción de que la biodiversidad está mejor protegida de las actividades humanas después de que un área ha sido designada como

ANP, sin embargo hay evidencias en diferentes partes del mundo que no son una garantía de protección, como estrategia para promover y conservar efectivamente la biodiversidad.

Retomando la hipótesis planteada: El grado de disturbio antropogénico en el interior de las ANP es menor a su área circundante y con ello se puede constatar la eficiencia de las ANP como instrumento de conservación en el Estado de México. No es posible aceptar ni rechazar la misma, porque el número de ANP y buffers con mayor y menor grado de disturbio, es igual al interior (ANP), como al exterior (buffer o área circundante). Pero si es posible afirmar que la intensidad de disturbio en las ANP y áreas circundantes es de alta a muy alta. Ya que de las 30 ANP y 30 áreas circundantes, 23 ANP y 21 áreas circundantes presentan intensidad de disturbio por encima de alto, respectivamente.

Por lo tanto, de manera cuantitativa podemos afirmar que existe un alto grado de disturbio en la mayoría de las ANP, así como también existe una fuerte correlación con el desarrollo histórico de la misma, principalmente al incremento de la población lo que propicia más demanda de recursos naturales, y lo cual tiene como efecto el deterioro de las ANP consecuencia de las políticas empleadas desde la llegada de los españoles, específicamente desde el siglo XIX. Para los mismos efectos, desde la industrialización del estado a principios de siglo XX, este problema tuvo un segundo impacto sobre los recursos, ya que con la llegada de la industria la concentración de población aumentaron y de igual manera la presión sobre los recursos.

Dado esto, proponemos que sea mayor el acercamiento a investigadores e instancias tanto gubernamentales en sus diferentes niveles y de sector: federales, estatales, municipales y locales; especializadas en el ámbito medioambiental que integre información en diversos temas como población, uso de suelo, ecosistemas y biodiversidad, infraestructura y turismo, etc. Así como en aquellas organizaciones nacionales e internacionales con presencia en México y asociaciones cuyas experiencias cooperen con la disponibilidad de datos y que puedan ser empleados por personas interesadas en investigar acerca del tema.

En general las ANP mexiquenses, requieren restauración-protección además de buscar el aprovechamiento sustentable congruente con la armonía de actividades. Es importante mencionar que los alcances de este trabajo no pretenden definir acciones que limiten sus usos y costumbres reflejados en el aprovechamiento de los recursos naturales, sino más bien ser un instrumento de valoración para la toma de decisiones que contemplen como primicia fundamental la sustentabilidad de los recursos. De igual manera, en este trabajo no se evalúan las necesidades de las personas más vulnerables.

Dentro de las limitantes de la metodología encontramos que al no realizar trabajo de campo los resultados obtenidos de este trabajo no pueden ser corroborados, y a su vez las variables pueden haberse incrementado en área o longitud, lo que elevaría el grado de disturbio. Esto deja pequeños vacíos, ya que de por sí al tratar de representar algún espacio cartográficamente, es imprescindible la pérdida de información.

Sin embargo, es posible concluir que la utilización del análisis multivariado para el análisis del disturbio antropogénico es un buen método para la evaluar el disturbio, el cual fue aplicado en las ANP del Estado de México, ya que con este método se encontraron los requisitos suficientes para hacer de manera correcta esta evaluación. De la misma manera, las 14 variables utilizadas fueron suficientes para evaluar de buena manera este problema. Aun así la falta de una quinceava variable (cabezas de ganado), pudo haber asignado valores mayores a algunas áreas, entendiendo que esta actividad muchas veces se maneja sin control sobre el campo y en especial sobre las ANP. Por lo tanto, es posible tratar de afirmar que existe un mal manejo de las ANP por parte del gobierno del Estado de México, preocupándose por crear muchas áreas protegidas sin dar monitoreo a estas.

A diferencia de otras ciencias, es imprescindible hacer mención al aporte del Geógrafo de la UNAM, en la elaboración de este tipo de trabajos, ya que desde al término de su formación, tiene los elementos suficientes para abordar y entender los problemas sociales, así como físicos. Sin embargo, en muchos casos esto no se cumple. Por lo que también es una invitación a tomar, y hacer suyo, todo el conocimiento que se puede recibir en el colegio antes mencionado.

Bibliografía

1. Baranda, M., García, L. 1986. Estado de México. Textos de su historia. Gobierno del Estado de México. Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.
2. Beltrán-Bernal T., Montes de Oca, E. 1993. Bibliografía histórica del Estado de México. Zinacantepec, México. El Colegio Mexiquense.
3. Bezaury, J., Gutiérrez, D. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, en *Capital Natural de México, Volumen II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
4. Bezaury, J. y Gutiérrez, D. 1998., *Conservación de la biodiversidad en México, La diversidad biológica de México: Estudio de país*. CONABIO. México, D.F, México
5. Bergeron, Y., Leduc, A., Harvey, B. D., & Gauthier, S. 2002. Natural fire regime: a guide for sustainable management of the Canadian boreal forest. *Silva Fennica*, 36(1), 81-95.
6. Berkes, 2007. *Community-based conservation in a globalized world*. Winnipeg, MB, Canada. Natural Resources Institute, University of Manitoba.
7. Boose, E. R., D. R. Foster, and M. Fluet. 1994. Hurricane impacts to tropical and temperate forest landscapes. *Ecological Monographs* 64:369–400.
8. Bollo, M., Hernández, J. R., Priego, A. Zaragoza. R. A., Ortiz, A., Espinoza, A., Ruiz, R. 2015. Una propuesta de regionalización físico-geográfica de México. UNAM. CIGA. Morelia.
9. Brown, C. D., & Boutin, C. 2009. Linking past land use, recent disturbance, and dispersal mechanism to forest composition. *Biological Conservation*, 142(8), 1647-1656.
10. Bruner, A. G., Gullison, R. E., Rice, R. E., & Da Fonseca, G. A. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, 291: 125-128.
11. Carrasco, V., & Tovar, E. 2006. Recuperación de ambientes perturbados. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, (4), 53-56.
12. Ceballos, G., et al. 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México, en *Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. México, CONABIO.
13. CEPF, 2001. *Situación Económica y Finanzas Públicas del Estado de México*. México. Cámara de Diputados. H. Congreso de la Unión.

14. Chape, S., Harrison, J., Spalding, M., & Lysenko, I. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1454), 443-455.
15. Chapin, F.S. III, Zavaleta, E.S., Eviner, V.T., Naylor, R.L., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L. 2002. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234–242.
16. Chape, S., Harrison, J., Spalding, M., & Lysenko, I. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Sciences*, 360, 443-455.
17. Comisión Nacional del Agua (CNA). 1994. Censo General de Presas del Estado de México. Departamento de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, Gerencia Estatal de México. Toluca, México.
18. Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007. Análisis de Vacíos y Omisiones en Conservación de la Biodiversidad Terrestre de México: Espacios y Especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy y Programa México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
19. Davidson, E. A., de Araújo, A. C., Artaxo, P., Balch, J. K., Brown, I. F., Bustamante, M. M., ... & Wofsy, S. C. 2012. The Amazon basin in transition. *Nature*, 481(7381), 321-328.
20. DeFries, R., Hanson, A., Newton, A.C. and Hansen, M.C. 2005. Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years. *Ecological Applications*, 15, 19–26.
21. Dirzo, R. Gonzalez R., March, I. J. (Compiladores) 2009. Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
22. Eastman, J. R. 2004. IDRISI Kilimanjaro, Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes. *Labs Clark University*.
23. Ellenberg, U., Mattern, T., Seddon, P. J., & Jorquera, G. L. 2006. Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: the need for species-specific visitor management. *Biological Conservation*, 133(1), 95-106.
24. ESRI. 2012. ArcMAP 10.1 Help. Environmental Systems Research Institute.

25. Franco, T. L., & Hidalgo, R. 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos-Boletín Técnico IPGRI No. 8 (Vol. 8). Bioiversity InternationalCal
26. Fetisov, D. M. 2011. Landscape diversity in the Russian part of the Lesser Khingan. *Geography and Natural Resources*, 32(1), 60-64.
27. Forman, R. T. T. y Gordon, M. 1986. *Landscape Ecology*, Wiley, Chichester
28. Forman, R.T.T., Gordon, M., 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience* 31: 733 – 740.
29. García, E. 1986. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. México, D.F., Instituto de Geografía UNAM, 1986.
30. GEM, 1993. Atlas General del Estado de México. Toluca, México, Vol. II, Gobierno del Estado de México.
31. GEM, 2008. Actividad económica en el estado de México. Volumen II. Manufactura e Industria Automotriz. Mexico. Secretaría de Desarrollo Económico. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Gobierno del Estado de México
32. Gibson, C. 1964. Los aztecas bajo el dominio español 1519-1810. México. Siglo XXI.
33. González, V. J., & Domínguez, Á. R. 2002. Técnicas de análisis multivariante. Fotocopiadora Campus
34. Hair, F. J., R. E. Anderson, y R. L. Tatham. 1987. *Multivariate Data Analysis*. New York, USA. Macmillan.
35. Hair, J. F. 1999. Análisis multivariante (Vol. 491). Madrid: Prentice Hall.
36. Halfpeter, G. 1994. Conservación de la biodiversidad y áreas protegidas en los países tropicales. Ciencias.
37. Hernández, R. 1958. Ciudades prehispánicas de México. En *Memorias de la Academia Mexicana de la Historia correspondiente de la Real de Madrid*, México, 2, 218-231.
38. Huston, M. A., & Huston, M. A. 1994. *Biological diversity: the coexistence of species*. Cambridge, USA. University Press.

39. INEGI. 1999. Anuario Estadístico del Estado de México, edición Aguascalientes, México.
40. INEGI. 2013. Perfil sociodemográfico Estados Unidos Mexicanos: Censo de Población y Vivienda 2010. México, Instituto Nacional Estadística y Geografía.
41. Ives, A. R. & Carpenter, S. R. 2007. Stability and diversity of ecosystems. *Science*, 317, 58–62.
42. Jarquin, O Herejón-. C. 2004. Breve Historia Ilustrada del Estado de México. Mexico. Colegio Mexiquense A. C. Instituto Mexiquense de Cultura.
43. Jarquin, O., Herejón, C. 1995. Breve historia del Estado de México. Fideicomiso Historia de las Américas. México. El colegio de México. Fondo de Cultura Económica.
44. Jones, J. A., Swanson, F. J., Wemple, B. C., & Snyder, K. U. 2000. Effects of roads on hydrology, geomorphology, and disturbance patches in stream networks. *Conservation Biology*, 14(1), 76-85.
45. Jorge, E. 2003. Nuevos elementos para la reflexión metodológica. Del debate cuantitativo/cualitativo al dato complejo. Universidad de Alicante Departamento de Sociología. España.
46. Juffe, D., Burgess, N.D., Bingham, H., Belle, E.M.S., de Lima, M.G., Deguignet, M., Bertzky, B., Milam, A.N., Martinez-Lopez, J., Lewis, E., Eassom, A., Wicander, S., Geldmann, J., van Soesbergen, A., Arnell, A.P., O'Connor, B., Park, S., Shi, Y.N., Danks, F.S., MacSharry, B., Kingston, N. 2014. Cambridge, UK. Protected Planet Report UNEP-WCMC.
47. Klimina, E. M., & Mirzekhanova, Z. G. 2014. Developing the system of regional indices of landscape diversity for poorly developed territories. *Geography and Natural Resources*, 35(1), 88-93.
48. Liu, J., Linderman, M., Ouyang, Z., An, L., Yang, J. and Zhang, H. 2001. Ecological degradation in protected areas: the case of Wolong Nature Reserve for Giant Pandas. *Science*, 292, 98–101.
49. Lopez, R., Beceriil., Benitez, C. 2009. GEI Medio Físico, Biológico y Social. *En La diversidad biológica del Estado de México: estudio de estado*. Gobierno del Estado de México.
50. Lorimer, C. G., & White, A. S. 2003. Scale and frequency of natural disturbances in the northeastern US: implications for early successional forest habitats and regional age distributions. *Forest Ecology and Management*, 185(1), 41-64.

51. Louzada, J., Lima, A. P., Matavelli, R., Zambaldi, L., & Barlow, J. (2010). Community structure of dung beetles in Amazonian savannas: role of fire disturbance, vegetation and landscape structure. *Landscape Ecology*, 25(4), 631-641
52. Maclean, I.M.D., Hassall, M., Boar, R.R., Lake, I.R., 2006. Effects of disturbance and habitat loss on papyrus-dwelling passerines. *Biological Conservation*, 131: 349–358.
53. Martínez, P. Calderón, J. R., Campos, H. 2009. Santuarios del agua (SA) como política ambiental en el Estado de México, hacia una protección de los recursos hídricos, caso de estudio: Area Natural Protegida Parque Estatal (SA): Presa Corral de Piedra. México, Mexico. UAEM, Facultad de Planeación Urbana y Regional, Toluca, 11, 22-35.
54. Martori, J.C., & Hoberg, K. 2008. Nuevas técnicas de estadística espacial para la detección de clusters residenciales de población inmigrante. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, (12), 263.
55. Mateo, J., E. Da Silva, y A. P. Brito. 2007. *Geoecología das Paisagens: Uma Visão Geossistêmica da Análise Ambiental*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
56. Mas, J. F. 2005. Assessing protected area effectiveness using surrounding (buffer) areas environmentally similar to the target area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 105, 69-80
57. Martorell, C., Peters, E.M., 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biological Conservation*, 124, 199–207.
58. Mancera, J., Peña, E., Giraldo, R., & Santos, A. 2003. *Introducción a la modelación ecológica. Principios y aplicaciones*.
59. Martorell, C., Peters, E. M.. 2009. Disturbance-Response Analysis: a Method for Rapid Assessment of the Threat to Species in Disturbed Areas. *Conservation Biology*, 23, 377–387.
60. McCann, K. S. 2000. The diversity–stability debate. *Nature*, 405, 228–233.
61. McGarigal, K., Landguth, E., Stafford, S. 2002. *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*. Springer.
62. McCann, K. S. 2000. The diversity–stability debate. *Nature*, 405: 228–233.
63. Mejía, P. 2004. *La Economía del Estado de México. Hacia una agenda de investigación*. Colegio Mexiquense A.C.

64. Millward, A. A., & Kraft, C. E. 2004. Physical influences of landscape on a large-extent ecological disturbance: the northeastern North American ice storm of 1998. *Landscape Ecology*, 19(1), 99-111.
65. Mittermeier R.A, Robles Gil, P., Mittermeier, C. G. 1997. Megadiversity. Mexico City (Mexico). CEMEX.
66. Mittermeier, R. A., Robles-Gil, P., & Mittermeier, C. G. 2005. Mexico: biological heritage. Semarnat/CEMEX, Mexico City.
67. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
68. Naeem, J. Emmett, D., Zavaleta., Erika 2012. The Functions of Biological Diversity in an Age of Extinction. *Science*, 336, 1401-1406.
69. Nelson, J. L., Groninger, J. W., Battaglia, L. L., & Ruffner, C. M. 2008. Bottomland hardwood forest recovery following tornado disturbance and salvage logging. *Forest ecology and management*, 256(3), 388-395.
70. Nagendra, H. 2008. Do parks work? Impact of protected areas on land cover clearing. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37, 330-337.
71. Orjuela, H., M. 2012. Poblamiento y dinámicas demográficas en Áreas Naturales Protegidas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Tesis, Maestría en Población y Desarrollo, FLACSO México, México.
72. Pérez, 2007. Prologo en Vertebrados del Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México.
73. Pineda, J. E. M. 2003. Introducción a la modelación ecológica. Principios y aplicaciones. Univ. Nacional de Colombia.
74. Pineda, N. B., Bosque, J., Gómez, M., Plata Rocha, W. 2009. Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes: Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas*, 69, 33-52.
75. Pickett, S. T. A., J. Kolasa, J. Armesto y S. L. Collins 1989. The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels. *Oikos* 54(2):129-136.
76. Ponomarev, G. V. 2014. The ecologo-geographical framework for the protection and recovery of taiga reindeer populations within the Konda river basin (Western Siberia). *Geography and Natural Resources*, 35(1), 48-54.

77. Quétier, F., Lavor, S. 2011. Assessing ecological equivalence in biodiversity offset schemes: Key issues and solutions *Biological Conservation* vol 144, 2991–2999
78. R Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
79. Rojas A., Serafin, M.A. 2007. El Régimen Jurídico de Áreas Naturales Protegidas: Reformas Aprobadas en la LX Legislatura del Congreso de la Unión. Secretaría Técnica de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. México.
80. Robles de Benito, R. 2009. Las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre y el Corredor Biológico Mesoamericano, México. CONABIO, México, DF.
81. Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T.M., Cowling, R.M., Fishpool, L.D.C., da Fonseca, G.A.B., et al. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 428, 640–643.
82. Rockström, J. 2009. A safe operating space for humanity. Macmillan Publishers Limited. Vol 46. 472-475.
83. Sánchez, G. A., Rivard, B., Calvo, J., & Moorthy, I. 2002. Dynamics of tropical deforestation around national parks: remote sensing of forest change on the Osa Peninsula of Costa Rica. *Mountain Research and Development* 224, 352-358.
84. Salinas, E. 2005. La Geografía y el Ordenamiento Territorial en Cuba. *La Gaceta Ecológica* 76: 35-51.
85. Sarukhán, J., et al. 2012. Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación. Comisión nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
86. Sarukhán, J., et al. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
87. Scholes, R. J, Biggs, R. 2005. A biodiversity intactness index. *Nature Publishing Group . CSIR Environmentek, , Pretoria, South África, 7029, 45-49.*
88. SEMARNAT / CONANP, 2007. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Comisión Nacional de Área Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos. Dirección de Evaluación y Seguimiento Dirección de Comunicación y Cultura Para la Conservación 48 pp.

89. Semenov, Y. M. 2014. Landscape-geographical support of the ecological policy of nature management in regions of Siberia. *Geography and Natural Resources*, 35(3), 208-212
90. Singh, S.P., 1998. Chronic disturbance, a principal cause of environmental degradation in developing countries. *Environmental Conservation* 25, 1–2.
91. Sochava, V.B. 1963. Geographic Zonality and Polar Asymmetry. *Proceedings of USSR AS, Geographic Series*, 6, 112-123.
92. Speziale, K L. Lambertucci, A. S., Olsson, O.2008. Disturbance from roads negatively affects Andean condor habitat use. *Biological Conservation*, 141, 1765–1772.
93. Spooner, P. G., Lunt, I. D., & Briggs, S. V. 2004. Spatial analysis of anthropogenic disturbance regimes and roadside shrubs in a fragmented agricultural landscape. *Applied Vegetation Science*, 7(1), 61-70.
94. Turner, M.G. 1989. Landscape Ecology: The effect of pattern on process. *Annu. Rev. Ecol. Syst* 20: 171-197
95. U.S. Fish and Wildlife Service & Secretaria de Medio Ambiente y recursos Naturales. 2007. *Wildlife Without Borders - Mexico: Activities*
96. Ureta, C. Martorell, C. 2009. Identifying the impacts of chronic anthropogenic disturbance on two threatened cacti to provide guidelines for population-dynamics restoration. *Biological Conservation*, 142, 1992–2001.
97. Uriel, E., & Manzano, J. A. 2002. *Análisis multivariante aplicado*. Paraninfo
98. Vaca, P. Lugo, J. Aguila, P. 2007. *Información Geográfica del Estado de México. En Vertebrados del Estado de México. Coordinadora. Xóchitl Aguilar Miguel. Universidad Autónoma del Estado de México.*
99. Vega, E., & Peters, E. 2003. Conceptos generales sobre el disturbio y sus efectos en los ecosistemas. *Conservación de ecosistemas templados de montaña de México*. O. Sánchez, E. Vega, E. Peters, O. Monroy-Vilchis (eds.). *Diplomado en Conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre. Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT. México*, 137-151
100. Velázquez, A. 2001. *Proyecto Ejecutivo de las bases para la reestructuración del sistema de Áreas Naturales Protegidas del D.F. INFORME FINAL*, Instituto de Geografía, UNAM, Gobierno del Distrito Federal, México.
101. Yáñez, C. F. 2004. *Las Áreas Naturales Protegidas en México, criterios para su determinación. Caso estudio: Sierra Tarahumara, Estado de Chihuahua* Especialidad: Geología.

102. Zamudio, G. Y., Camacho, G. 2005. Estado de México: Experiencias de Investigación Histórica. Universidad Autónoma del Estado de México.
103. Zonneveld, I. S. 1995: Land Ecology. An Introduction to Landscape Ecology. SPB Academic Publishing. Amsterdam.
104. Zoraida, J. 1994. La fundación del Estado Mexicano. Interpretaciones del Estado de México.
105. Zurlini, G., Riitters, K. H., Zaccarelli, N., & Petrosillo, I. 2007. Patterns of disturbance at multiple scales in real and simulated landscapes. *Landscape Ecology*, 22(5), 705-721.
106. Zeiler, M. 1999. Modeling our World—The ESRI Guide to Geodatabase Design. ESRI Press, Redlands.