



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

ÁNALISIS COMPARATIVO DE EFECTIVIDAD
EN CONSERVACIÓN ECOSISTÉMICA ENTRE
MECANISMOS OFICIALES Y VOLUNTARIOS
EN EL COMPLEJO MARIPOSA MONARCA,
MÉXICO

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

Presenta:

STEPHANIE IVET RODRÍGUEZ GARCÍA

No. Control: 12881738

Úrsulo Galván, Ver., Octubre de 2019.



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO

Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Úrsulo Galván, Ver., 13/FEBRERO/2019

No. DE OFICIO: DEP /120/2019

Asunto: Autorización de Impresión

C. STEPHANIE IVET RODRÍGUEZ GARCÍA
PRESENTE

Por este conducto me dirijo a usted para comunicarle que su trabajo titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE EFECTIVIDAD EN CONSERVACIÓN ECOSISTÉMICA ENTRE MECANISMOS OFICIALES Y VOLUNTARIOS EN EL COMPLEJO MARIPOSA MONARCA, MÉXICO.**, Como opción de titulación integral mediante: **Tesis Profesional** después de haber sido revisado por su Asesor y los integrantes de la Comisión de Revisión y usted haber cumplido con todas las correcciones y los requisitos indispensables, ha sido autorizada su impresión; **por lo que deberá entregar a este Departamento 01 Ejemplar encuadernado con pasta dura de color Negro y 05 CD'S.**, debiendo presentarse en formato digital atendiendo a las instrucciones para tal efecto.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Nuestro Esfuerzo es Progreso"

M.A. CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ
JEFA DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



C.p. Archivo
CSMG/jhb

Carretera Cardel – Chachalacas Km. 4.5, C.P.91667,
Úrsulo Galván, Ver. Teléfono (296) 9625029 Ext. 108
www.itursulogalvan.edu.mx





"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Úrsulo Galván, Ver, 12/Febrero/2019

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación integral.

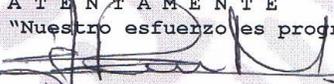
M.A. CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral

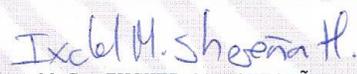
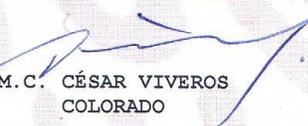
a) Nombre del Egresado	STEPHANIE IVET RODRÍGUEZ GARCÍA
b) Carrera:	LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
c) No. de Control	12881738
d) Nombre del proyecto	ANÁLISIS COMPARATIVO DE EFECTIVIDAD EN CONSERVACIÓN ECOSISTÉMICA ENTRE MECANISMOS OFICIALES Y VOLUNTARIOS EN EL COMPLEJO MARIPOSA MONARCA, MÉXICO.
e) Producto	TESIS

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

A T E N T A M E N T E
"Nuestro esfuerzo es progreso"


Q.D. ADRIANA E. RIVERA MEZA
JEFA DEL DEPTO. DE INGENIERIAS


SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA
Instituto Tecnológico
de Úrsulo Galván
VERACRUZ

 DR. FELIX D. MURILLO CUEVAS	 M.C. IXCHEL M. SHEÑA HERNÁNDEZ	 M.C. CÉSAR VIVEROS COLORADO
Nombre y Firma del Director	Nombre y Firma del Directora Externa	Nombre y Firma del Asesor

c.c.p. Expediente



Resumen

La función de las áreas protegidas es la preservación de la biodiversidad, para evitar los procesos de deterioro en los ecosistemas. Por lo cual es necesario una evaluación de efectividad en estas áreas. En este trabajo se evaluó la efectividad de los mecanismos de protección de ecosistemas tanto oficiales como voluntarios. Se evaluaron 1,178 áreas de protección oficiales y voluntarias en la región del Complejo Mariposa Monarca, se analizaron con herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se analizaron a través de la tasa de cambio del uso del suelo y vegetación, representatividad ecosistémica y pérdida y recuperación de vegetación primaria y secundaria. Se clasificó la efectividad de las áreas protegidas con base en la comparación entre la tasa de cambio en el uso del suelo y vegetación, registrada en cada área de protección y un área de influencia que se construyó a partir del límite de cada área de protección. Se obtuvo que son efectivas el 73% de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), 67% de zonas con Pago por Servicios Ambientales (PSA), 66% de Áreas Naturales Protegidas (ANP) estatales y 50% de Áreas Naturales Protegidas federales. En la representatividad ecosistémica se observó que los mecanismos de protección que preservan más del 60% de vegetación primaria son las zonas de PSA. Las zonas con PSA y ADVC recuperaron más hectáreas de vegetación primaria y secundaria. Se realizó una evaluación ambiental-socioeconómica, para relacionar el cambio del uso del suelo y vegetación con el índice de marginación y condición indígena.

Índice general

I.	Introducción	1
I.	Antecedentes.....	3
II.	Planteamiento del problema	5
III.	Objetivos.....	6
3.1.	General	6
3.2.	Particulares	6
IV.	Hipótesis.....	7
V.	Marco teórico.....	8
5.1.	Biodiversidad en México	8
5.2.	Pérdida de biodiversidad en México.....	9
5.3.	Ecosistemas terrestres en México.....	9
5.4.	Protección y conservación de ecosistemas.....	10
5.4.1.	Áreas Naturales Protegidas.....	11
5.4.1.1.	Financiamiento.....	12
5.4.2.	Pago por Servicios Ambientales	14
5.4.2.1.	Financiamiento.....	15
5.5.	Protección y conservación voluntaria	16
5.6.	Programa de Adaptación al Cambio Climático	17
5.6.1.	Complejo Mariposa Monarca.....	17
VI.	Materiales y métodos.....	18
6.1.	Área de estudio	18
6.2.	Evaluación ambiental de las áreas de conservación.....	20
6.2.1.	Homogenización del uso del suelo y vegetación (1980-2011).....	21

6.2.2.	Clasificación de la vegetación en primaria, secundaria y transformada	22
6.2.3.	Determinación de zonas de influencia	22
6.2.4.	Intersección de las capas de vegetación y uso de suelo con las áreas protegidas y zonas de influencia.....	23
6.2.5.	Calculo de la Tasa Cambio de Uso de Suelo y Vegetación.....	23
6.2.6.	Determinación de la Efectividad Ambiental de las áreas de conservación.....	24
6.3.	Determinación de parámetros de evaluación ambiental.....	26
6.4.	Evaluación socioeconómica de las áreas de protección	27
6.4.1.	Índice de marginación.....	28
6.4.1.1.	Cálculo del índice de marginación	31
6.4.1.2.	Interpolación kriging	32
6.4.2.	Determinación de la condición indígena	32
6.5.	Evaluación ambiental-socioeconómica	33
VII.	Resultados y discusión	35
7.1.	Evaluación ambiental	40
7.1.1.	Efectividad de los mecanismos de protección (tasa de cambio de uso del suelo y vegetación)	40
7.1.2.	Representatividad ecosistémica	41
7.1.3.	Recuperación y pérdida de vegetación.....	43
7.2.	Evaluación socioeconómica	56
7.2.1.	Índice de marginación.....	56
7.2.2.	Condición indígena	61
7.3.	Evaluación ambiental-socioeconómica	64
VIII.	Conclusiones	67

IX.	Recomendaciones.....	69
X.	Fuentes de consulta	70
XI.	Anexos.....	74

Índice de cuadros

Cuadro 1 Fuentes de la información geográfica utilizada.....	19
Cuadro 2 Categorías de efectividad, utilizadas por Sánchez y Figueroa en 2007.	24
Cuadro 3 Categorías de efectividad.	25
Cuadro 4 Efectividad de Áreas de protección	40
Cuadro 5 Representatividad ecosistémica en las áreas de protección	42
Cuadro 6 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ANP federales en el periodo 1980-2011.....	43
Cuadro 7 Recuperación y pérdida de vegetación primaria en ANP federales.....	45
Cuadro 8 Recuperación y pérdida de vegetación secundaria en ANP federales. .	46
Cuadro 9 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ANP estatales en el periodo 1981-2011.	47
Cuadro 10 Recuperación y pérdida de vegetación primaria en las ANP estatales	48
Cuadro 11 Recuperación y pérdida de vegetación secundaria en ANP estatales.	49
Cuadro 12 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en PSA en el periodo 1981-2011.....	50
Cuadro 13 Recuperación y pérdida de vegetación primaria en zonas de Pago por Servicios Ambientales.	51
Cuadro 14 Recuperación y pérdida de vegetación secundaria en zonas de Pago por Servicios Ambientales.....	52
Cuadro 15 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ADVC en el periodo 1981-2011.....	53
Cuadro 16 Recuperación y pérdida de vegetación primaria en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación.....	55
Cuadro 17 Recuperación y pérdida de vegetación secundaria en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación.....	56
Cuadro 18 Comparación del grado de marginación de la población que vive dentro de mecanismos de protección oficiales y voluntarios en el periodo 2000-2010. ...	57
Cuadro 19 Población en regiones indígenas en los años 1990, 2000 y 2010	63

Índice de figuras

Figura 1 Composición de la inversión de fuentes públicas de financiamiento para las Áreas Naturales Protegidas. Obtenida de Bezaury et al., 2011.	12
Figura 2 Componentes de financiamiento externo destinado a las Áreas Naturales Protegidas. Obtenida de Bezaury et al., 2011.	13
Figura 3 Inversión del Programa de Pagos de Servicios ambientales. Obtenido de CONAFOR, 2017.	15
Figura 4 Área de estudio.	18
Figura 5 Metodología de efectividad en conservación.	21
Figura 6 Buffer crea una nueva capa que marca una zona de influencia cuyo radio es especificado por el usuario.	22
Figura 7 La herramienta identity crea una capa nueva a partir de la sobreposición de dos capas	23
Figura 8 Metodología para obtener el índice de marginación.....	28
Figura 9 La herramienta intersect cruza dos capas generando una nueva con la sobreposición de ambas.....	33
Figura 10 Erase permite borrar aquellas porciones de las capas que son comunes	34
Figura 11 Áreas Naturales protegidas federales en el Complejo Mariposa Monarca.	36
Figura 12 Áreas Naturales protegidas estatales en el Complejo Mariposa Monarca	37
Figura 13 Zonas de Pagos por Servicios Ambientales en el Complejo Mariposa Monarca.	38
Figura 14 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación en el Complejo mariposa Monarca.....	39
Figura 15 Distribución de los grados de efectividad (hectáreas) de los mecanismos de protección.....	41

Figura 16 Vegetación protegida por mecanismos de protección oficiales y voluntarios en 2011 (hectáreas).....	42
Figura 17 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ANP federales en el periodo 1981-2011.....	44
Figura 18 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ANP estatales en el periodo 1981-2011.	47
Figura 19 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en PSA en el periodo 1981-2011.....	50
Figura 20 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ADVC en el periodo 1981-2011.....	54
Figura 21 Comparación del índice de marginación (1990- 2010).....	59
Figura 22 Comparación del grado de marginación de la población que vive dentro de mecanismos de protección oficiales y voluntarios en el periodo (2000-2010)..	60
Figura 23 Regiones indígenas 2008.....	62
Figura 24 Población indígena en los mecanismos de protección en el periodo 1990-2010	63
Figura 25 Proporción de vegetación primaria y secundaria por grado de marginación dentro de los mecanismos de protección en el periodo 2000 - 2010	64
Figura 26 Comparación de la proporción de vegetación en regiones indígenas dentro de los mecanismos de protección en el periodo 1981-2011.	65
Figura 27 Comparación de la proporción de vegetación en regiones no indígenas dentro de los mecanismos de protección en el periodo 1981-2011.	66

I. Introducción

México es considerado un país megadiverso debido a la variedad de ecosistemas y ecorregiones (Rodríguez *et al*, 2011). La estrategia de conservación a nivel internacional la constituyen las Áreas Naturales Protegidas (ANP) (Figueroa, 2008). En México los mecanismos de protección ambiental oficiales son las Áreas Naturales Protegidas y las zonas de Pago por Servicios Ambientales (PSA). Los mecanismos de protección ambiental voluntarios son las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). En México, el Pago por Servicios Ambientales (PSA) es un programa de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Mediante éste, se le hace un pago a los propietarios de terrenos con recursos forestales por los servicios ambientales que prestan el buen estado de conservación de sus bosques y selvas (Carrillo *et al* 2006). Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación son un componente importante para la estrategia de protección y uso sustentable de los recursos naturales (CONABIO, 2010).

La evaluación socioeconómica en áreas de protección es fundamental para su manejo, debido a que es un instrumento que permite medir cambios en los sistemas socio-ecológicos. En los últimos años, investigadores han insistido en la relación de pérdida de biodiversidad y funcionalidad de ecosistemas, con el deterioro de culturas y pueblos indígenas (Boege, 2010). La marginación es un fenómeno estructural en donde la población no cuenta con oportunidades para el desarrollo ni las capacidades para adquirirlas (CONAPO, 2011).

El Complejo Mariposa Monarca es un espacio geográfico establecido bajo el Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC), el cual es un instrumento de planeación complementa los programas de manejo de las ANP y a la toma de decisiones para implementar medidas para la adaptación al cambio climático en el corto, mediano y largo plazo.

En el presente trabajo se realizó una evaluación de eficacia y eficiencia a los mecanismos de protección oficiales y voluntarios en ámbitos ambientales y socioeconómicos en la zona del Complejo Mariposa Monarca. La eficacia ambiental se midió a través de la tasa de cambio del uso del suelo y vegetación. Para el ámbito socioeconómico la eficacia se midió a través del índice de marginación y la condición indígena de las localidades que viven dentro y en zonas adyacentes a las áreas protegidas. La eficiencia ambiental y socioeconómica se tomó en cuenta a partir de la eficacia de cada uno de los mecanismos y la inversión que se les proporciona. También se realizó una evaluación ambiental-socioeconómica.

El periodo analizado es de 1981 a 2011. Con los resultados se determinó qué tan efectivos son los programas para la protección de los ecosistemas, cómo han funcionado a través del tiempo, superficie de vegetación primaria y secundaria que mantienen, el nivel de vida de las comunidades que viven dentro y en zonas adyacentes y la inversión que se les ha proporcionado a cada uno de los mecanismos de protección de ecosistemas. Se usó el Sistema de Información Geográfica ArcMap 10.2.

I. Antecedentes

Los pueblos mesoamericanos empezaron la domesticación de animales y plantas, tratando de mantener una adecuada relación con el medio ambiente, establecieron jardines para distintos fines y reglas de protección. A partir de ahí la protección natural surge a partir del alto nivel cultural de nuestros ancestros (Yáñez, 2007). La primera Área Natural Protegida oficial en México fue el Parque Nacional “Desierto de los Leones” bajo el decreto del presidente Venustiano Carranza, el 15 de noviembre de 1917 (CONABIO, 1998).

En 1926 se promulgó la primera ley forestal y al año siguiente, su reglamento. La ley se aplicó a todo el país, en ella se definieron legalmente las áreas protegidas y se reconoció la importancia de proteger los recursos naturales de la nación. Hasta 1935, durante el mandato del presidente Lázaro Cárdenas se retoman nuevamente el establecimiento de áreas protegidas en México. Durante la gestión presidencial del General Manuel Ávila Camacho (1941-1946) se inició con la creación del Departamento de Reservas y Parques Nacionales (Pérez, 2010).

En la década de 1980 se empezaron las actividades de conservación privada (CONANP, 2017). La atención del problema ambiental requería de un fundamento legal que se encontraba obsoleto y disperso en diversas leyes y que era necesario actualizar, mejorar, instrumentar y conjuntar. Para ello, se procedió a planificar, redactar y discutir la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que, al ser publicada en 1988, generó un nuevo impulso para su administración y gestión (Yáñez, 2007). A partir de 1990, los estados de Veracruz y Nuevo León incorporan en su legislación ambiental los instrumentos para promover la conservación privada (servidumbres ecológicas) (Zaragoza *et al.* 2015).

El programa de Medio Ambiente (1995-2000) se presentó en dos líneas estratégicas relacionadas con la protección y conservación de los ecosistemas. La primera tiene como objetivo la preservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y la segunda la recuperación, activación y descentralización de parques nacionales (CONABIO, 2009).

En el periodo 2001-2006 el programa de trabajo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas relaciona de manera programática las ANP con las Regiones Prioritarias para la conservación y usos de los Programas de Desarrollo Regional Sustentable, para lograr una visión de la conservación y desarrollo sustentable de los ecosistemas (CONABIO, 2012).

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) implementa en 2003 el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos; al año siguiente se crea el Programa para el Desarrollo de los Mercados de Servicios Ambientales de Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de los Sistemas Agroforestales (CONAFOR, 2017).

En 2007, se realiza el primer estudio de efectividad de las reservas de la biosfera en México para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación. (Sánchez y Figueroa, 2007)

En 2011 inició el desarrollo de los Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2017). En 2012 se publicó la Ley General de Cambio Climático (LGCC), que constituye el principal instrumento jurídico que establece las bases que regularán las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático a largo plazo en el país (CONANP, 2014).

II. Planteamiento del problema

México alberga entre 60 y 70% de la biodiversidad conocida en el mundo. Por ello es considerado un país con variedad de ecosistemas y ecorregiones (SEMARNAT, 2013). Sin embargo, se encuentra amenazada por altas tasas de deforestación y degradación ambiental. En el periodo 2005-2010 se perdieron anualmente 155 mil hectáreas de bosques y selvas (FAO, 2010).

La estrategia de conservación a nivel internacional la constituyen las Áreas Naturales Protegidas (Figuroa, 2008). En México los mecanismos de protección y conservación son las Áreas Naturales Protegidas, Pago por Servicios Ambientales y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (CONABIO, 2009).

Considerando que uno de los principales objetivos de las áreas de protección es salvaguardar la biodiversidad, es necesario revisar su funcionamiento y representatividad ecosistémica.

Las áreas de protección son consideradas mundialmente como la principal herramienta de conservación de la biodiversidad (CONABIO, 2007), se reconoce la necesidad de evaluar la capacidad que tienen como instrumento para cumplir sus objetivos. La evaluación de la efectividad de estas áreas y de sus causas se ha convertido en una prioridad. Es necesario conocer la eficacia y eficiencia ambiental y socioeconómica de los mecanismos de protección oficiales y voluntarios, para demostrar cuáles están cumpliendo con el objetivo de conservar y proteger los ecosistemas y los recursos de que disponen para poder cumplir con su objetivo.

III. Objetivos

3.1. General

Evaluar eficacia y eficiencia ambiental y socioeconómica de las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación y contrastarlas con los mecanismos oficiales de protección de ecosistemas (Áreas Naturales Protegidas y zonas de Pago por Servicios Ambientales) en la región del Complejo Mariposa Monarca.

3.2. Particulares

1. Contrastar la efectividad de las Áreas Naturales Protegidas, zonas de Pago por Servicios Ambientales y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación en la protección de la vegetación en el periodo 1981-2011.
2. Evaluar la relación existente entre las Áreas Naturales Protegidas, las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación y las zonas de Pago por Servicio Ambientales con el índice de marginación y la condición indígena de la población dentro y adyacente a ellas, en el periodo 1981-2011.

IV. Hipótesis

1. La conservación y protección de los ecosistemas por mecanismos voluntarios es más eficaz y eficiente que los mecanismos oficiales.

2. La población que vive dentro de los mecanismos de protección voluntarios y oficiales ha mejorado su nivel de vida. Y la población indígena ha contribuido a la conservación del patrimonio biocultural de sus regiones.

V. Marco teórico

5.1. Biodiversidad en México

México es considerado uno de los cinco países megadiversos del mundo, debido a varias condiciones como su ubicación latitudinal, regiones biogeográficas (neártica y neotropical), su relieve y su historia geológica. Lo que crea una enorme variedad de condiciones ambientales que hacen posible su riqueza biológica. Es privilegiado en cuanto a la variedad de ecosistemas y variación genética (CONABIO, 2010).

El territorio mexicano cuenta con alrededor de 64 millones de hectáreas de bosques de clima templado y selvas que contienen el 32% del territorio nacional. Además de la alta diversidad de especies, muchos de los grupos taxonómicos se distribuyen exclusivamente en México (CONABIO, 2009).

México ocupa el primer lugar mundial en reptiles con 717 especies, el cuarto en anfibios con 295 especies, el segundo lugar en mamíferos con 500 especies, el undécimo en aves con 1,500 especies y el cuarto lugar en angiospermas con 25,000 especies (Plasencia *et al.* 2011).

México posee una gran diversidad cultural, reflejada en la amplia variedad de lenguas que se hablan. En América, México es el país con más lenguas habladas, con alrededor de 291 y se posiciona en el quinto lugar a nivel mundial. Existe una gran riqueza de culturas indígenas y campesinas (Jiménez *et al.* 2010).

5.2. Pérdida de biodiversidad en México

La principal amenaza para la biodiversidad en México es la deforestación extensiva de bosques y selvas. Las causas de la deforestación provienen de la explotación forestal, la apertura de los campos para el cultivo y potreros, fenómenos naturales, desarrollo de la infraestructura urbana, como la construcción de carreteras y viviendas (Guevara et al. 2004).

Los ecosistemas del país han sido afectados drásticamente por las actividades humanas por lo cual se han deteriorado considerablemente, con consecuencias negativas en la calidad y cantidad de servicios ambientales que proporcionan. Esto ha producido impactos económicos y sociales que afectan negativamente a la población (CONABIO, 2012).

La fragmentación y degradación de los ecosistemas son la principal causa de una marcada elevación de las tasas de extinción de especies endémicas. Esto debido a que la actividad humana ha contribuido a la transformación de los ecosistemas naturales para satisfacer sus necesidades (CONABIO, 2009).

5.3. Ecosistemas terrestres en México

Los ecosistemas proporcionan servicios de gran importancia para el desarrollo y la sustentabilidad de diversos actores a nivel mundial (FAO, 2011). Los ecosistemas terrestres han sido el sustento de una multitud de bienes para el ser humano; la generación de alimentos, madera y leñas para la construcción y para la obtención de energía en otros usos (SERMANAT, 2013).

Los ecosistemas terrestres comprenden una gran diversidad de comunidades vegetales y paisajes que cubren todo el territorio mexicano. La vegetación primaria suma 95.82 millones de hectáreas y la vegetación secundaria abarca 42.15 millones de hectáreas. El resto pertenece a zonas urbanas, zonas de agricultura, cuerpos de agua o terrenos sin vegetación aparente (Challenger et al. 2008).

El crecimiento de la población humana ha ocasionado una mayor transformación de los ecosistemas, debido a que traen consigo un intenso desarrollo industrial y urbano (SERMANAT, 2013).

5.4. Protección y conservación de ecosistemas

Los recursos naturales necesitan largos periodos de recuperación. Por lo que se considera prioridad la conservación y protección de ecosistemas (Zaragoza *et al.* 2015).

En México, debido a la pérdida y alteración de los ecosistemas, fue necesario el diseño e implementación de instrumentos de política ambiental, dedicados a cumplir con su protección, pero también al aprovechamiento sustentable de los mismos (CONABIO, 2009).

Para lograr una conservación efectiva se deben plantear alternativas basadas en la necesidad de proveer bienes y servicios a la población (Bezaury *et al.* 2011).

5.4.1. Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional acuático o terrestre cuyo fin es conservar la biodiversidad representativa de los distintos ecosistemas (CONANP, 2017). Las ANP tienen como objetivo preservar ambientes naturales representativos, ecosistemas frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos. También garantizar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y proteger los entornos naturales (CONABIO, 1998).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) menciona que las Áreas Naturales Protegidas tienen el fin de preservar la biodiversidad. Las categorías para el manejo de las ANP son: reservas de la biosfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, santuarios, parques y reservas estatales y zonas de preservación ecológica de los centros de población (Vázquez et al. 2010).

Las ANP proporcionan una serie de bienes y servicios ecosistémicos, al mismo tiempo que preservan el patrimonio natural y cultural. Ayudan al alivio de la pobreza debido a que ofrecen oportunidades de empleo y medios necesarios para el sustento de comunidades que viven dentro y alrededor de estas áreas (Bezaury *et al.*, 2011).

5.4.1.1. Financiamiento

El financiamiento que reciben las ANP consta de recursos nacionales e internacionales, que contienen instrumentos de financiamiento público y privado. El Poder Legislativo, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) destinan el presupuesto fiscal a las ANP. Las fuentes públicas (*Figura 1*) y externas (*Figura 2*) componen el financiamiento para ellas (Bezaury *et al.*, 2011).

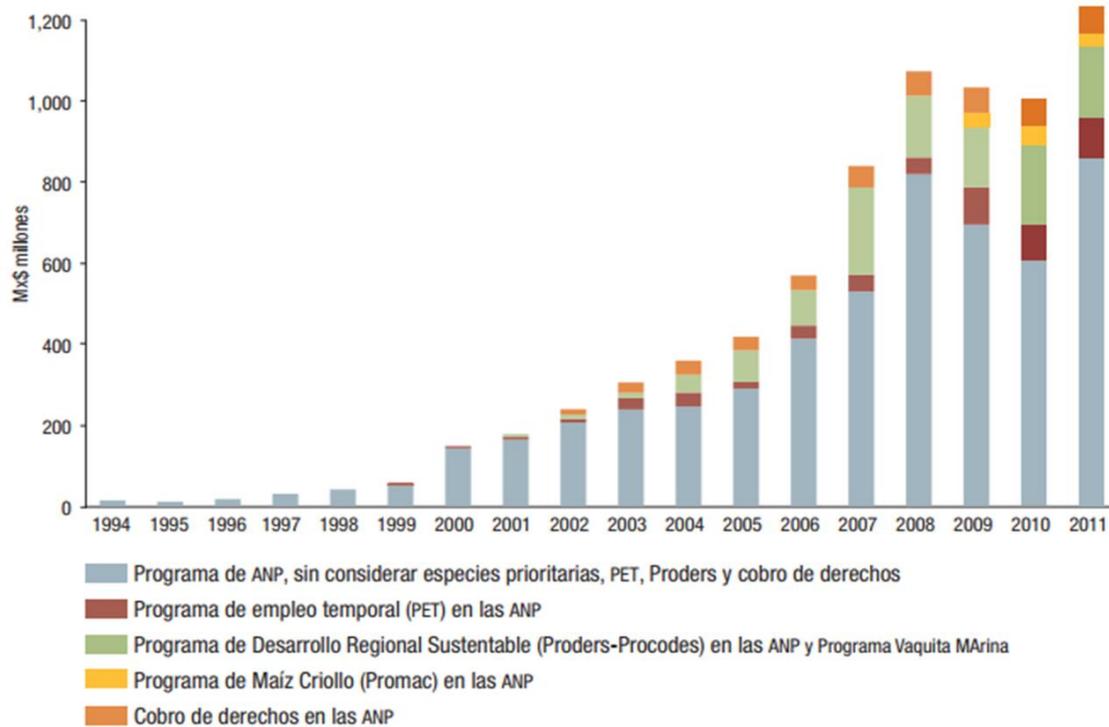


Figura 1 Composición de la inversión de fuentes públicas de financiamiento para las Áreas Naturales Protegidas. Obtenida de Bezaury *et al.*, 2011.

En la mitad de la década los 90 la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) consiguió que la inversión federal aumentara de

10.9 millones de pesos en 1995, a 141.7 millones de pesos en el año 2000. La SEMARNAT consolidó la tendencia y en 2008 el presupuesto fiscal para las ANP aumentó a 983,9 millones de pesos, esto con la ayuda del Poder Legislativo y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (Bezaury *et al.*, 2011).

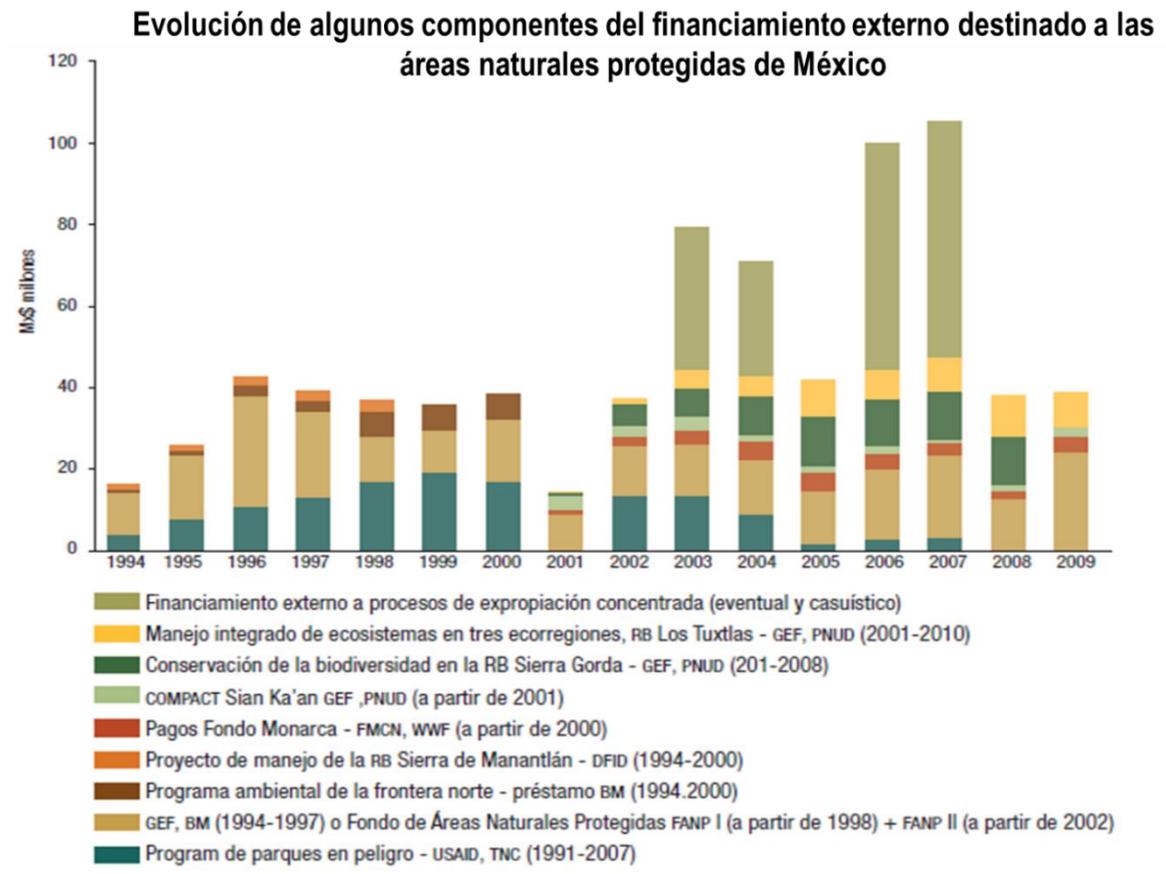


Figura 2 Componentes de financiamiento externo destinado a las Áreas Naturales Protegidas. Obtenida de Bezaury *et al.*, 2011.

La inversión total a lo largo de 16 años representó un total de \$587 millones de pesos. Para conservar las áreas existentes y ampliar el sistema de áreas naturales protegidas, se requerirá una inversión de \$ 45,000 millones de dólares anuales por 30 años a nivel mundial (Bezaury *et al.*, 2011).

5.4.2. Pago por Servicios Ambientales

El Pago por Servicios Ambientales (PSA) es un programa de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), que tiene como objetivo reducir la tasa de deforestación en el país, mediante el reconocimiento del valor de los servicios ambientales que suministran los ecosistemas forestales. Este programa beneficia a comunidades, ejidos, asociaciones regionales de silvicultores y a propietarios de terrenos forestales (Bezaury *et al.* 2011).

Los ecosistemas ofrecen suelos productivos, flujos de agua limpia entre muchos más servicios esenciales para la humanidad. El Pago por Servicios ambientales (PSA) fue creado para proporcionar incentivos económicos para apoyar a la conservación y evitar la deforestación en los bosques (Wunder, 2006).

El Pago por Servicios Ambientales es uno de los incentivos económicos para la conservación que promete mayor efecto en un futuro en América Latina. Debido a que se requiere del monitoreo del servicio ambiental, para así determinar niveles de cumplimiento (Figueroa *et al.* 2009). El programa Pago por Servicios Ambientales apoya actividades asociadas con la captura de carbono y protección de la biodiversidad (Carrillo *et al.* 2006). En 2003 en México se implementó el Programa Nacional de Pago por Servicios Ambientales con el objetivo de conservación de los servicios hidrológicos por medio de pagos a los propietarios que protegen terrenos forestales (Herbert *et al.* 2010)

5.4.2.1. Financiamiento

El Fondo Patrimonial de la Biodiversidad proporciona financiamiento para la conservación y restauración de la biodiversidad de importancia nacional. El Pago por Servicios Ambientales se le proporciona a dueños o poseedores de terrenos forestales ubicados en zonas específicas para la protección y conservación (CONAFOR, 2017).

La inversión total de Pago por Servicios Ambientales en México en el periodo 2003-2010 fue de 5 mil 377 millones de pesos, abarcando una superficie de 2.7 millones de hectáreas (Figura 3).

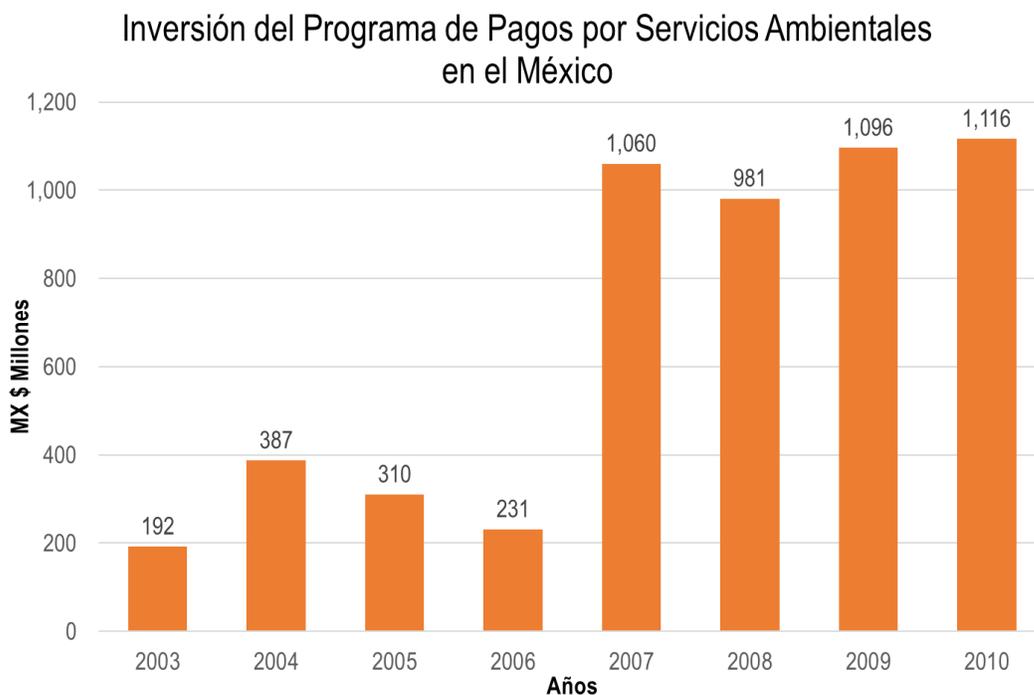


Figura 3 Inversión del Programa de Pagos de Servicios ambientales. Obtenido de CONAFOR, 2017.

5.5. Protección y conservación voluntaria

La conservación voluntaria o privada consiste en actividades de protección y uso adecuado de la biodiversidad, con la colaboración voluntaria de los propietarios. Se ha propuesto la participación del sector privado como un mecanismo alternativo en diversas estrategias de conservación de la biodiversidad (Zaragoza *et al.* 2015).

Las áreas de protección privada son una oportunidad para establecer una unión entre el desarrollo económico y la protección ambiental. La conservación de áreas de protección privada contribuye directamente al resguardo de la biodiversidad de ecosistemas prioritarios (Sepúlveda, 2002).

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son un instrumento que beneficia a los propietarios al establecimiento, administración y manejo de sus áreas (CONANP, 2017). Las ADVC poseen beneficio social y humano y tienen como resultado un buen mantenimiento de los ecosistemas a través de la conectividad de paisajes en regiones prioritarias para la conservación (Solís *et al.* 2012).

Las limitantes en los mecanismos de protección voluntaria impiden el aumento de áreas bajo este mecanismo. Una de las limitantes es que no se cuenta con una política que incentive el establecimiento de las ADVC, es decir no existen instrumentos financieros y fiscales que impulsen a los propietarios de terrenos forestales a avanzar en iniciativas de conservación (CONABIO, 2009).

5.6. Programa de Adaptación al Cambio Climático

El cambio climático es estimado uno de los mayores retos en la época. Los efectos son cada vez más evidentes, llevando consigo una afectación a todos los sectores de la sociedad. Las variaciones en el clima impactan en los ecosistemas y comunidades, por lo que se considera urgente identificar estrategias de adaptación al cambio climático para disminuir la vulnerabilidad de los ecosistemas (CONANP, 2013). Por lo que es necesario contar con instrumentos de planificación a diferentes escalas que sirvan de ayuda para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia de los ecosistemas y de las comunidades (CONANP, 2018). El Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) es un instrumento que apoya a los programas de manejo de las ANP en su componente de cambio climático (CONANP, 2013).

5.6.1. Complejo Mariposa Monarca

Los Programas de Adaptación al Cambio Climático (PACC) integran información sobre escenarios del clima y sus posibles efectos sobre los socioecosistemas, con el fin de identificar medidas para su atención en el corto, mediano y el largo plazo. (CONANP, 2018). El Complejo Mariposa Monarca consiste en establecer una zona que conecte las cinco Áreas Naturales Protegidas federales de México, ubicadas en la Región Centro y Eje Neovolcánico: Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec Tilostoc y Temascaltepec, Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl Zoquiapan y Parque Nacional La Malinche (CONANP, 2018).

VI. Materiales y métodos

6.1. Área de estudio

El área de estudio del presente trabajo es la comprendida por el Complejo Mariposa Monarca (*Figura 4*), abarcando los estados de Querétaro, Hidalgo, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Guerrero, Morelos, Michoacán, Guanajuato, México y Ciudad de México. El área comprende en su mayoría tres ecorregiones (Sistema Neovolcánico Transversal, Depresiones Intermontanas y Altiplanicie Mexicana).

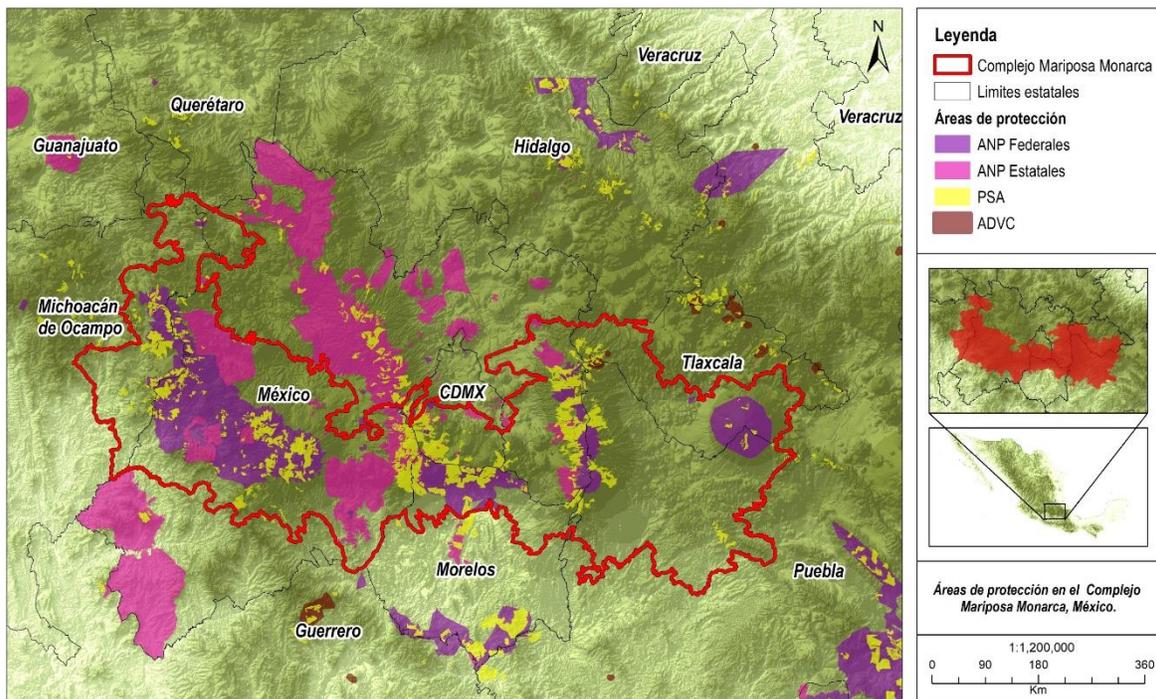


Figura 4 Área de estudio.

Se realizó un análisis cartográfico en Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando el programa ArcMap 10.2. Se trabajó a escala 1:250,000, coordenadas

UTM 14N y Datum WGS84. Se buscó información geográfica en formato shapefile¹ en las páginas web de dependencias oficiales tales como CONABIO, INEGI, CONANP, etc. En el Cuadro 1 se muestran a detalle todas las capas de información utilizadas. Se homogeneizó el sistema de coordenadas de todas las capas para realizar el trabajo.

Cuadro 1 Fuentes de la información geográfica utilizada.

Shapefiles	Fuente	Escala	Año
Áreas Naturales Protegidas federales	CONANP	1:250,000	2016
Áreas Naturales Protegidas Estatales	CONANP	1:250,000	2016
Áreas Naturales Protegidas municipales	CONANP	1:250,000	2016
Zonas de Pago por Servicios Ambientales	CONAFOR	-----	2015
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación	CONANP	1:250,000	2016
Uso del suelo y Vegetación serie I	INEGI	1:250,000	1980
Uso del suelo y Vegetación serie II	INEGI	1:250,000	1990
Uso del suelo y Vegetación serie III	INEGI	1:250,000	2004
Uso del suelo y Vegetación serie IV	INEGI	1:250,000	2008
Uso del suelo y Vegetación serie V	INEGI	1:250,000	2011
Censo de Población y Vivienda 1990	INEGI		1995
Censo de Población y Vivienda 2000	INEGI		2000
Censo de Población y Vivienda 2010	INEGI		2010
Geología	INEGI	1:250,000	2011
Clima	CONABIO	1:1,000,000	2001
Cuencas hidrográficas	CONABIO INEGI, INE, CONAGUA	1,250,000	2007
Áreas geoestadísticas municipales 2016	INEGI	1:250,000	2016
Áreas geoestadísticas estatales 2016	INEGI	1:250,000	2016
Grados de marginación a nivel localidad 1995	CONAPO	1:250,000	2002

¹ Es un formato vectorial que consta de un numero archivos, en los que se almacena digitalmente la ubicación de los elementos geográficos (archivo shape *.shp) junto con sus atributos o características (tabla dBase *.dbf) y proyección (Project prj). También se le llama capa.

Shapefiles	Fuente	Escala	Año
Grados de marginación a nivel localidad 2000	CONAPO	1:250,000	2006
Grados de marginación a nivel localidad 2010	CONAPO	1:250,000	2012
Sitios Prioritarios Terrestres para la conservación	CONABIO	1:250,000	2007
Regiones Terrestres Prioritarias	CONABIO	1:250,000	2004
Regiones Hidrológicas Prioritarias	CONABIO	1:250,000	2002
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	CONABIO	1:250,000	2015
Sitios RAMSAR	CONANP	1:250,000	2016

6.2. Evaluación ambiental de las áreas de conservación

Se evaluó la efectividad de los mecanismos de protección del Complejo Mariposa Monarca a través de la comparación de la tasa de cambio (TC) en el uso del suelo y vegetación de las áreas de protección. En la Figura 5 se muestra la metodología utilizada (Sánchez y Figueroa en 2007).

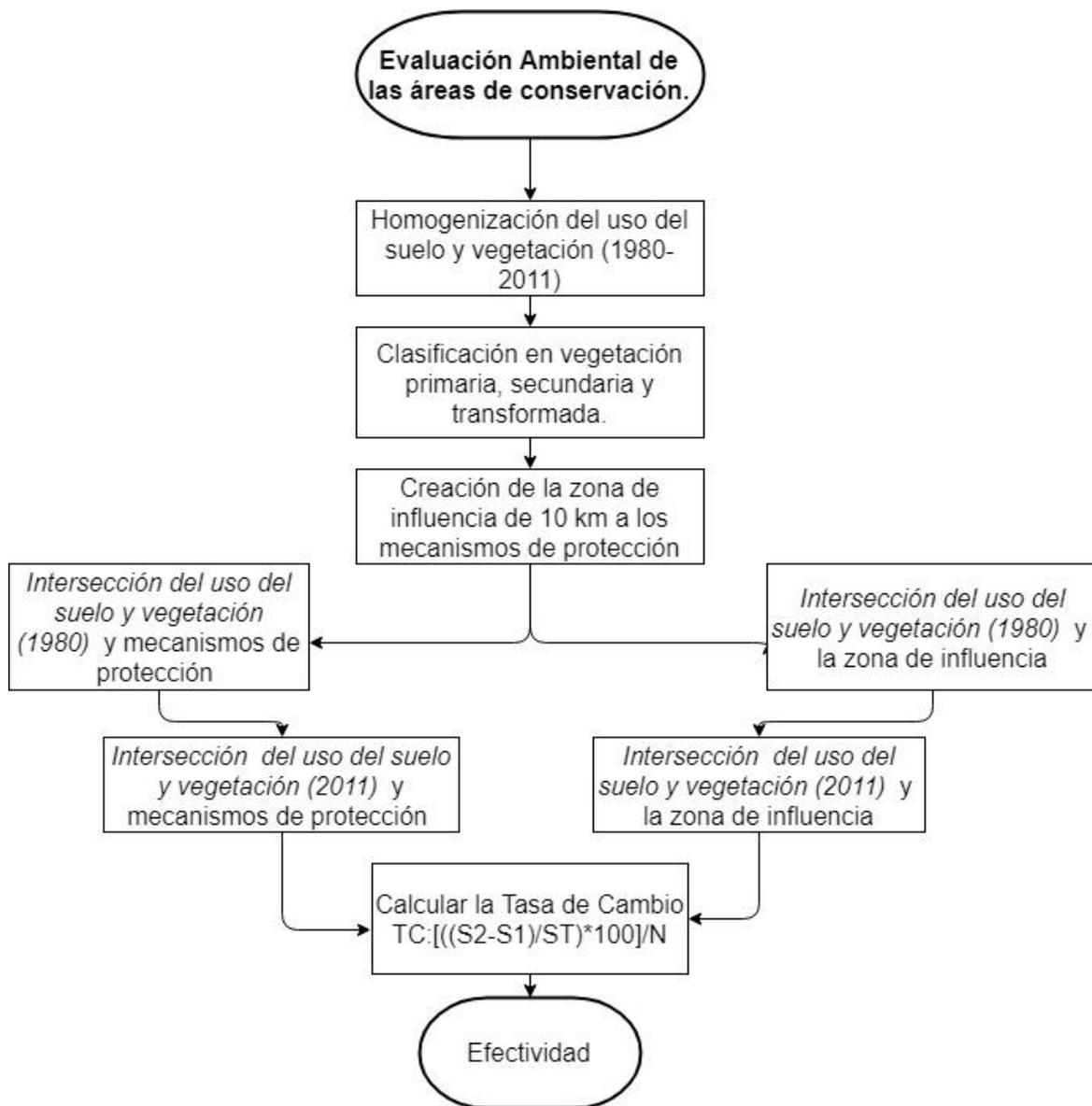


Figura 5 Metodología de efectividad en conservación.

6.2.1. Homogenización del uso del suelo y vegetación (1980-2011)

Se trabajó con las capas de vegetación y uso de suelo de INEGI, de los periodos 1980 y 2011, debido a que se calculó la tasa de cambio del uso del suelo y vegetación a partir del primer y penúltimo registro, y al ser información de diferentes tiempos y metodologías con diferencias en la clasificación de la vegetación, fue

necesario homogeneizar dicha clasificación para poder analizarla. Posteriormente se generó una sola capa que contenía dos campos más.

6.2.2. Clasificación de la vegetación en primaria, secundaria y transformada

Los dos campos generados de la homogenización consistieron en: 1) una propuesta de homogenización de la vegetación de las cinco series y 2) una categorización en vegetación primaria, secundaria y transformada (Anexo 1). Por vegetación transformada se entiende aquellas áreas cubiertas por agricultura, pastizales cultivados e inducidos, plantaciones forestales y asentamientos humanos.

6.2.3. Determinación de zonas de influencia

Se determinó un área de influencia de 10 km a partir del límite de los mecanismos de protección utilizando la herramienta *buffer* (Figura 6). Se construyó con base en la comparación entre las tasas de cambio del uso del suelo y vegetación de cada área de protección y su respectiva área de influencia. Cabe mencionar que la distancia de 10 km se basa en el trabajo realizado por Sánchez Cordero (2010).

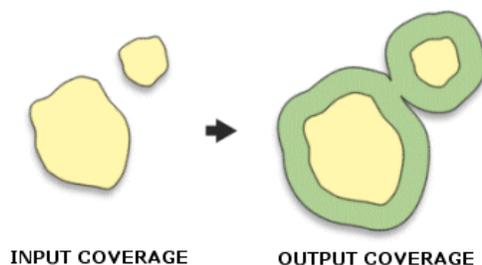


Figura 6 Buffer crea una nueva capa que marca una zona de influencia cuyo radio es especificado por el usuario.

6.2.4. Intersección de las capas de vegetación y uso de suelo con las áreas protegidas y zonas de influencia

Para poder analizar el uso del suelo y vegetación en las áreas de protección, ambas capas se fusionaron en una sola mediante un procedimiento llamado *identity*, que consiste en sobreponer dos (Figura 7). Se efectuó el mismo procedimiento para analizar el uso del suelo y vegetación en las áreas de influencia.

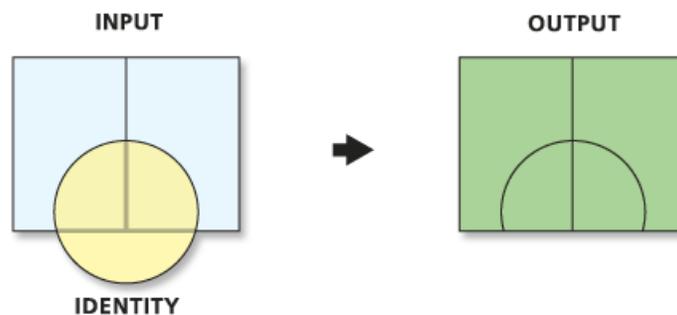


Figura 7 La herramienta *identity* crea una capa nueva a partir de la sobreposición de dos capas

6.2.5. Calculo de la Tasa Cambio de Uso de Suelo y Vegetación

Para obtener la tasa de cambio del uso del suelo y vegetación se utilizó la siguiente fórmula:

Formula 1:

$$TC: [((S_2 - S_1) / S_T) * 100] / N$$

TC: Tasa de Cambio

S₂: Superficie de vegetación transformada final (2011)

S₁: Superficie de vegetación transformada inicial (1980-1991)

S_T: Superficie total del área

N: Número de años transcurridos (31)

En donde Tasa de Cambio (TC) es igual a Superficie transformada final (S₂) menos la Superficie transformada inicial (S₁) entre la Superficie total del área (S_T) por 100 y entre el número de años transcurridos entre las series I y V (N).

La fórmula se aplicó tanto a las áreas de protección como a áreas de influencia.

6.2.6. Determinación de la Efectividad Ambiental de las áreas de conservación

Para clasificar la efectividad, se utilizó el método propuesto por Sánchez y Figueroa (2007), que consta de dos categorías según la tasa de cambio de vegetación en las áreas de protección y sus áreas de influencia (Cuadro 2).

Cuadro 2 Categorías de efectividad, utilizadas por Sánchez y Figueroa en 2007.

Categoría de Efectividad	Características
Efectiva	Son aquellas en las que la tasa de cambio del uso del suelo y vegetación fue mayor en las áreas circundantes.

Categoría de Efectividad	Características
	Son aquellas en las que las áreas de protección tuvieron como resultado cero en tasas de cambio del uso del suelo y vegetación.
No efectiva	Son aquellas en las que la tasa de cambio del uso del suelo y vegetación fue mayor en las áreas de protección.

Sin embargo, se decidió realizar otra categoría, la intermedia. Esto debido a que las áreas de protección tienen el objetivo de conservar, proteger y restaurar los ecosistemas, por lo que no se puede llamar efectivas a las áreas que no cumplen con uno de los tres objetivos, pero tampoco puede ser no efectiva si cumple dos objetivos (Cuadro 3).

Cuadro 3 Categorías de efectividad.

Categorías de Efectividad	Descripción	Características
Efectiva	Son aquellas en las que la tasa de cambio del uso del suelo y vegetación fue mayor en las áreas circundantes.	La vegetación transformada ha disminuido en las áreas de protección.
Efectiva intermedia	Son aquellas en las que las áreas de protección tuvieron como resultado cero en tasas de cambio del uso del suelo y vegetación.	La vegetación transformada ha permanecido sin cambios en el periodo estudiado

Categorías de Efectividad	Descripción	Características
No efectiva	Son aquellas en las que la tasa de cambio de uso del suelo y vegetación fue mayor en las áreas de protección.	La vegetación transformada ha aumentado en las áreas de protección.

Con los datos obtenidos, se realizó una evaluación de vegetación primaria y secundaria, recuperada y perdida en el periodo establecido dentro de los mecanismos de protección, así como también los tipos de vegetación que se recuperaron y perdieron.

6.3. Determinación de parámetros de evaluación ambiental

a) Representatividad ecosistémica.

Para obtener la representatividad ecosistémica, se analizó la capa homogenizada de usos del suelo y vegetación del 2011 y se le realizó una intersección con cada una de las áreas de protección.

b) Perdida y recuperación de la vegetación primaria y secundaria.

Para conocer la vegetación recuperada y perdida en el periodo 1980-2011, se utilizaron las capas homogenizadas de uso del suelo y vegetación de 1980 y 2011, y se realizó una intersección a cada una de ellas con las áreas de protección.

6.4. Evaluación socioeconómica de las áreas de protección

Para obtener una conservación efectiva se debe plantear un modelo basado en la necesidad de proveer bienes y servicios a la población. Las estrategias de conservación deben contemplar un uso sustentable de los recursos naturales por la población que habita en ellas (CONABIO, 2009). Grupos de campesinos e indígenas dependen directamente de los recursos naturales en el medio rural y han desarrollado una multitud de tecnologías productivas, muchas de ellas han resultado ser formas adecuadas de manejo de recursos (Figueroa, 2008).

Existe una inversión dedicada a los programas de apoyo a las comunidades que habitan en las Áreas Naturales Protegidas (CONABIO, 2009). Los programas federales tienen como objetivo incrementar el nivel de vida de las comunidades, compensando las restricciones asignadas para el aprovechamiento tradicional de los recursos naturales. (Riemann *et al.* 2010).

Conforme lo anterior, es necesario conocer si las áreas protegidas realmente contribuyen a la mejora de la calidad de vida de la población que vive dentro de ellas. Para ello, en este estudio se utilizaron dos parámetros, que son: a) el índice de marginación debido a que mide la exclusión de la población al proceso de desarrollo y b) la condición indígena de la población

6.4.1. Índice de marginación

Se comparó el índice de marginación a nivel localidad de los años 1990, 2000 y 2010. Para el caso de 1990, no se cuenta con dicho índice por localidad, por lo que fue necesario realizarlo, tal como se describe a continuación (*Figura 8*).

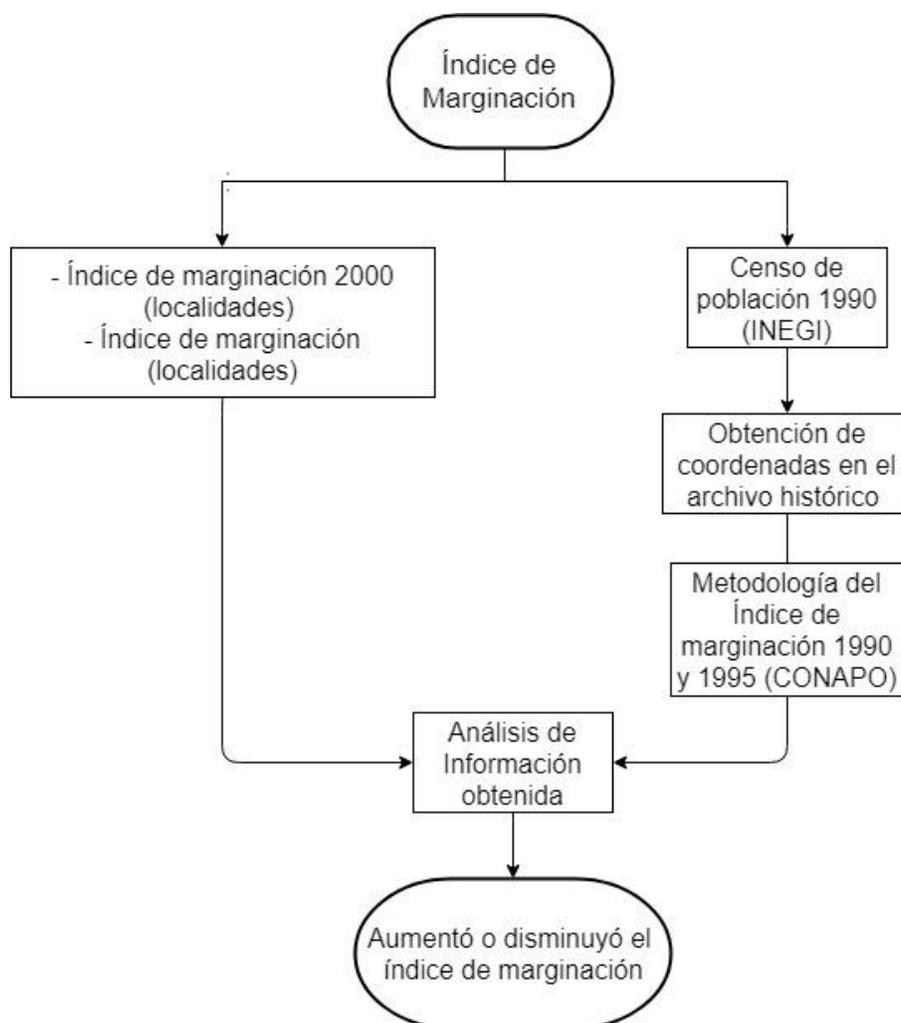


Figura 8 Metodología para obtener el índice de marginación

El índice de marginación a nivel de localidad de 1990 se realizó con la metodología del Consejo Nacional de Población (CONAPO). Para calcular el índice de marginación se obtuvo la base de datos del censo de población de 1990 por

localidad del INEGI, a partir de los datos del censo se obtuvieron los siete indicadores necesarios para la realización del índice de marginación, se explican a continuación:

1. Porcentaje de población analfabeta. Consiste en dividir el número de personas analfabetas entre la suma de población analfabeta y la población alfabeta y multiplicar el resultado por 100 (fórmula 2).

Formula 2:

$$ANALF = \left(\frac{P_{15analf}}{P_{15analf} + P_{15alfabeta}} \right) \times 100$$

$P_{15analf}$: Población de 15 años o más analfabeta

$P_{15alfabeta}$: Población de 15 años o más alfabeta

2. Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin agua entubada. Consiste en uno menos la división del número de viviendas que disponen de agua entubada entre el total de viviendas particulares habitadas, multiplicando el resultado por 100 (fórmula 3).

Formula 3:

$$SINAG = \left(1 - \frac{V_{agua}}{V_{tphab}} \right) \times 100$$

V_{agua} : Número de viviendas que disponen de agua entubada

V_{tphab} : Total de viviendas particulares habitadas

3. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje. Consiste en uno menos la división del número de viviendas que cuentan con drenaje entre el total de viviendas particulares habitadas y el resultado multiplicarlo por 100 (fórmula 4).

Formula 4:

$$SINDR = \left(1 - \frac{V_{pdren}}{V_{tphab}} \right) \times 100$$

V_{pdren} : Número de viviendas particulares que disponen de drenaje

V_{tphab} : Total de viviendas particulares habitadas

4. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica en la vivienda. Consiste en uno menos la división del número de viviendas que cuentan con energía eléctrica entre el total de viviendas particulares habitadas y multiplicarlo por 100 (fórmula 5).

Formula 5:

$$SINEL = \left(1 - \frac{V_{pelec}}{V_{tphab}} \right) \times 100$$

V_{pelec} : Número de viviendas particulares que disponen de energía eléctrica

V_{tphab} : Total de viviendas particulares habitadas

5. Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas. Esta es una variable que se tomó directamente de la base de datos del censo de población de 1990.
6. Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra. Consiste en uno menos la división del número de viviendas particulares con piso de tierra entre el total de viviendas particulares habitadas y multiplicarlo por 100 (fórmula 6).

Formula 6:

$$\text{PISOTIER} = \left(1 - \frac{V_{\text{pisodt}}}{V_{\text{tphab}}} \right) \times 100$$

V_{pisodt} : Número de viviendas particulares con piso de tierra

V_{tphab} : Total de viviendas particulares habitadas

7. Porcentaje de población ocupada en el sector primario. Consiste en dividir la población ocupada en el sector primario entre el total de la población ocupada y el resultado multiplicarlo por 100 (figura 7)

Formula 7:

$$\text{SECPRI} = \left(\frac{P_{\text{secpri}}}{P_{\text{ocup}}} \right) \times 100$$

P_{secpri} : Población ocupada en el sector primario

P_{ocup} : Población ocupada

6.4.1.1. Cálculo del índice de marginación

Para poder realizar el índice de marginación también se calculó el promedio y la desviación estándar de cada indicador a nivel nacional. También se usó el puntaje de cada variable que se les da, este puntaje se descargó de la página oficial del Consejo Nacional de Población (CONAPO). Esta información es necesaria para poder realizar el cálculo (fórmula 8).

Formula 8:

$$I^M_j = \frac{\sum P_i \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{S_i}}{S_i}$$

I^M_j = Índice de marginación de la localidad j

X_{ij} = Valor de la variable i en la localidad j

\bar{X}_i = Valor promedio de la variable i

S_i = Desviación estándar de la variable i

P_i = Puntaje de la variable i

El índice de marginación de los años 2000 y 2010 no se calculó, debido que ya se encuentran realizadas por localidad a nivel nacional por el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

6.4.1.2. Interpolación kriging

Ya obtenido los índices de marginación de 1990, 2000 y 2010 por localidad, se transformó la información puntual (puntos) a continua (polígonos) a través de la herramienta de interpolación, esto se realizó para conocer la superficie de los grados de marginación de cada una de las áreas de protección.

Se utilizó la herramienta de interpolación kriging debido a que es una herramienta estadística espacial, que analiza el valor de sus atributos con la distancia de cada uno y crea una superficie estimando el volumen del área.

6.4.2. Determinación de la condición indígena

Para la condición indígena se utilizaron las regiones indígenas elaboradas por Eckart Boege (2008).

Se analizaron las regiones indígenas que se encuentran dentro de las áreas de protección y su población. Se utilizaron los censos de población por localidad de los años 1990, 2000 y 2010, solo utilizando solo las localidades que hay dentro de las regiones indígenas de las áreas de protección.

6.5. Evaluación ambiental-socioeconómica

Boege (2010) menciona que “Las lenguas son el principal instrumento cultural utilizado para desarrollar, mantener y transmitir el conocimiento generado en la práctica cotidiana y, en el ámbito ecológico, para usar y transformar los ecosistemas. La correlación de la diversidad biológica-lingüística, en donde las poblaciones adaptan sus culturas a las características ambientales y transforman el ambiente a partir de sus conocimientos”.

Muchas de las regiones que tienen gran diversidad biológica son habitadas por pueblos indígenas. Se reconoce que la diversidad biológica no se puede conservar sin la diversidad cultural y que la seguridad a largo plazo de los recursos naturales depende del mantenimiento de esta relación (Noriero, 2010).

Se analizó el índice de marginación y la condición indígena de cada mecanismo de protección conjunto con el uso del suelo y vegetación, para poder crear un shapefile en donde se sobrepongan cada una de las capas. Se utilizó la herramienta *intersect* (Figura 9).

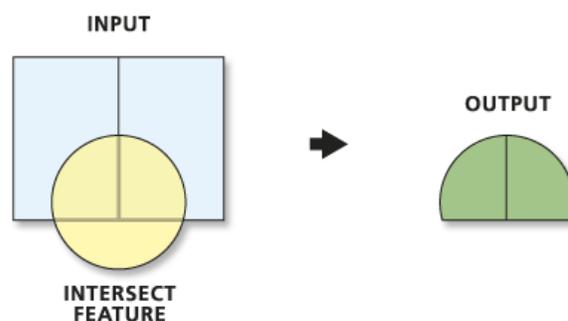


Figura 9 La herramienta *intersect* cruza dos capas generando una nueva con la sobreposición de ambas

También se evaluaron las áreas que no pertenecen a regiones indígenas, pero que corresponden a un área de protección. Para obtener estos sitios se utilizó la herramienta *Erase* (Figura 10). Al resultado se le realizó una sobreposición con el uso del suelo y vegetación, utilizando la herramienta *intersect*, para conocer la vegetación existente en las áreas y realizar una comparación con las regiones indígenas. Este análisis es necesario para evaluar si a través del tiempo las regiones indígenas han sido de ayuda para la conservación de las diferentes áreas de protección.

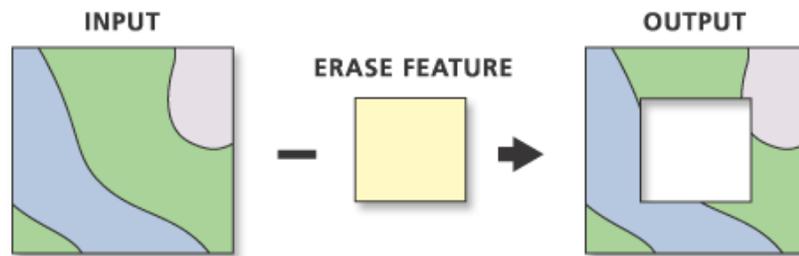


Figura 10 *Erase* permite borrar aquellas porciones de las capas que son comunes

VII. Resultados y discusión

Se evaluaron 36 ANP federales (*Figura 11*), 98 ANP estatales(*Figura 12*), 1,010 zonas con pago por servicios ambientales (*Figura 13*), y 34 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (*Figura 14*). En total, se analizaron 1,178 áreas de protección en la región del Complejo Mariposa Monarca.

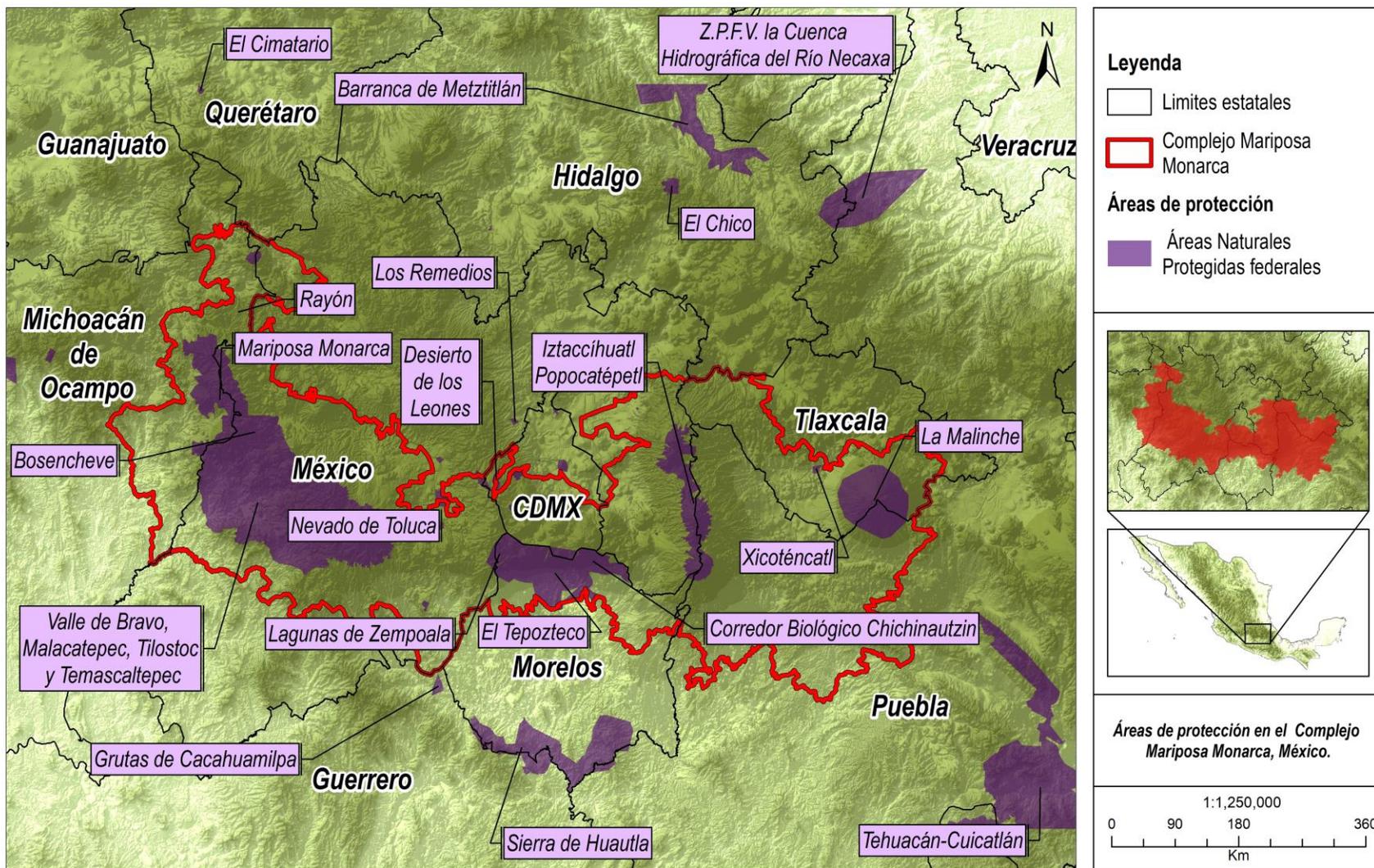


Figura 11 Áreas Naturales protegidas federales en el Complejo Mariposa Monarca.

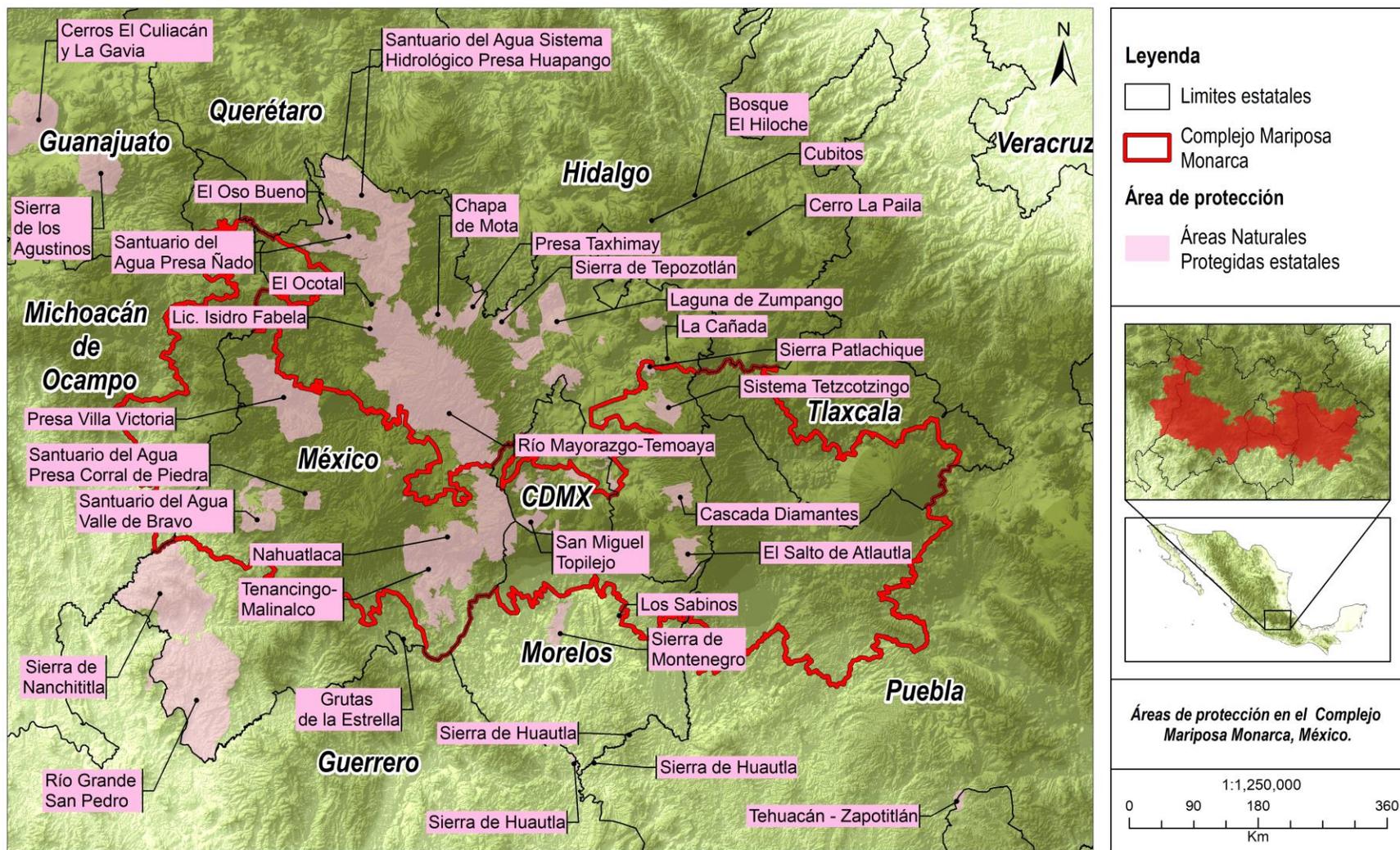


Figura 12 Áreas Naturales protegidas estatales en el Complejo Mariposa Monarca

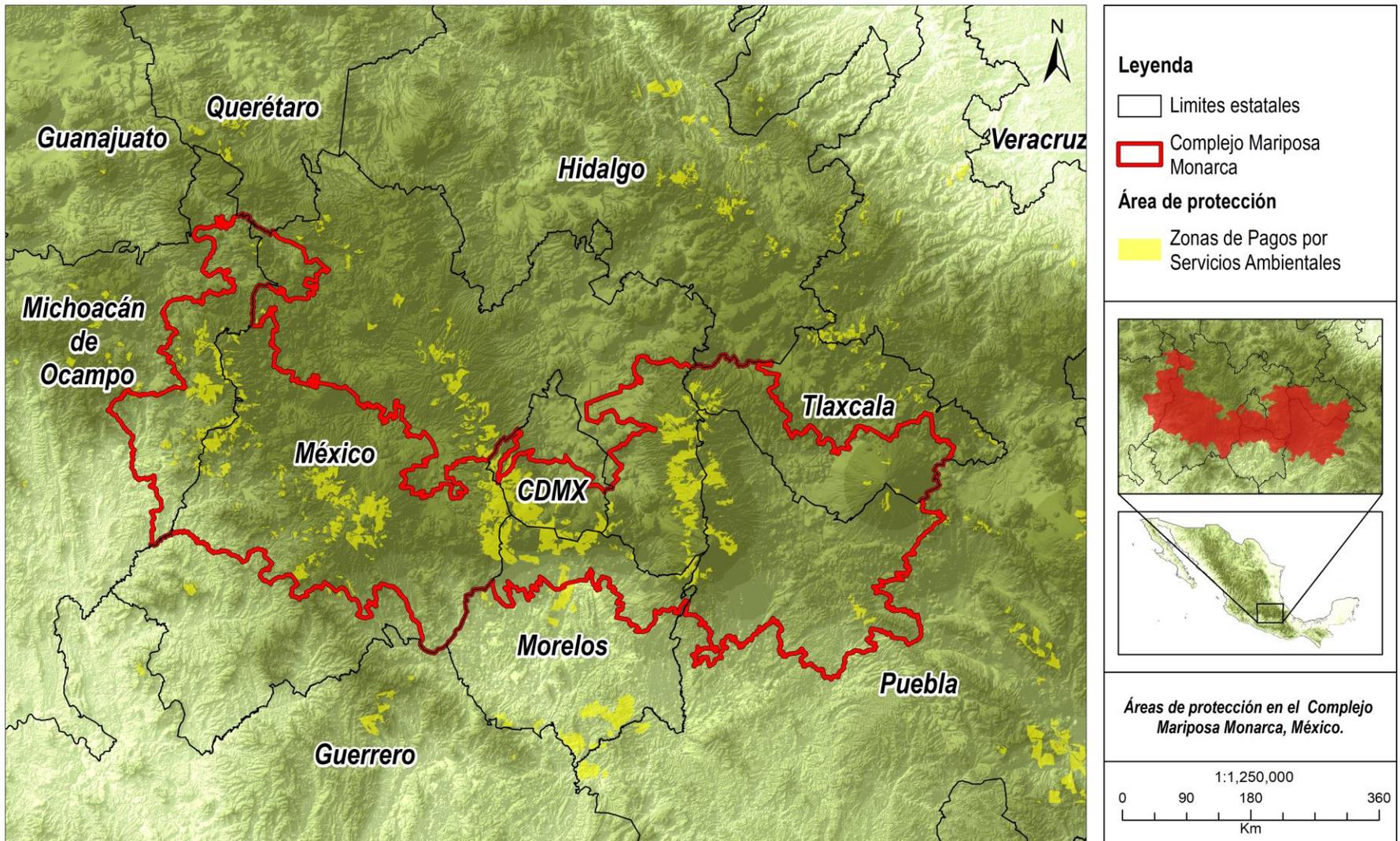


Figura 13 Zonas de Pagos por Servicios Ambientales en el Complejo Mariposa Monarca.

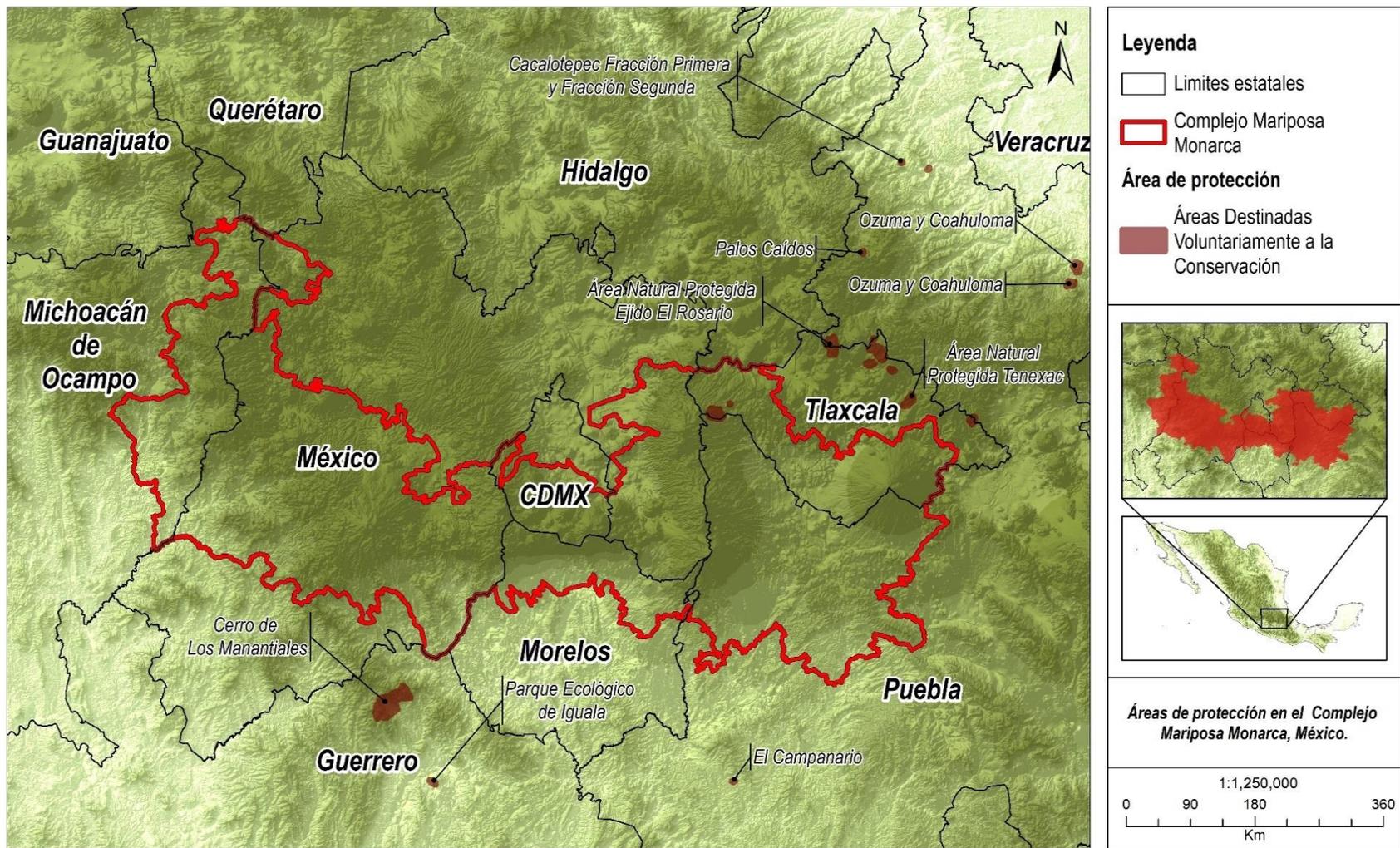


Figura 14 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación en el Complejo mariposa Monarca.

7.1. Evaluación ambiental

7.1.1. Efectividad de los mecanismos de protección (tasa de cambio de uso del suelo y vegetación)

El análisis de la efectividad de las áreas de protección obtenida a través de la tasa de cambio del uso del suelo y vegetación arrojó que los mecanismos de protección más efectivos son las ADVC, debido a que 25 (73%) de ellas son efectivas en conservación, 1 (3%) es efectiva intermedia y 8 (24%) son no efectivas (Anexo 1). En las zonas de PSA se obtuvo que 681 (67%) son efectivas, 57 (6%) son efectivas intermedias y 272 (27%) no son efectivas (Anexo 2). En las ANP estatales 65 (66%) son efectivas, 3 (3%) son efectivas intermedias y el 30 (31%) no son efectivas (Anexo 3). Y en las ANP federales solo 18 (50%) son efectivas, 2 (6%) son efectivas intermedias y 16 (44%) no son efectivas (Anexo 4). Sin embargo, la efectividad por superficie es más diferenciada, debido a la cantidad y magnitud de áreas de protección. Es decir, hay mecanismos que cuentan con muchas áreas efectivas, sin embargo, la mayoría de ellas suelen ser pequeñas en cuanto a superficie (*Cuadro 4*) (Figura 15).

Cuadro 4 Efectividad de Áreas de protección

Áreas de protección	Efectiva		Intermedia		No Efectiva	
	N°	(ha)	N°	(ha)	N°	(ha)
ANP Federal	18	217,201	2	1,433	16	477,129
ANP Estatal	65	432,836	3	182	30	282,168
PSA	681	265,733	57	4,978	272	47,532
ADVC	25	3,712	1	6,063	8	1,954

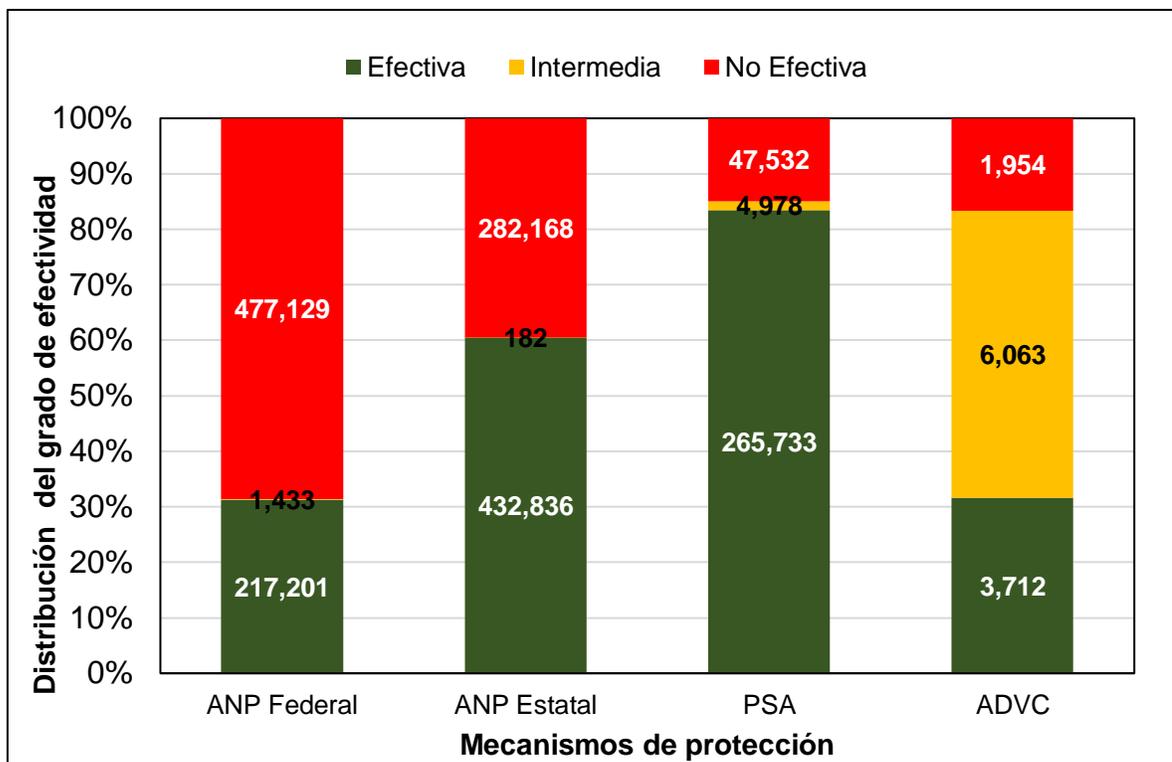


Figura 15 Distribución de los grados de efectividad (hectáreas) de los mecanismos de protección.

7.1.2. Representatividad ecosistémica

Durante el año 2011 los mecanismos de conservación oficiales y voluntarios protegieron 1,740,921 ha, de las que las Áreas Naturales Protegidas federales preservan 310,897 ha (45%) de vegetación primaria, 133,510 ha (19%) de vegetación secundaria y 251,356 ha (36%) de vegetación transformada. Las Áreas Naturales Protegidas estatales salvaguardaron 153,998 ha (22%) de vegetación primaria y 150,285 ha (21%) de vegetación secundaria y 410,902 ha de vegetación transformada que equivale al 57%. Las zonas de Pago por Servicios Ambientales resguardaron 195,995 ha (62%) de vegetación primaria, 84,163 ha (26%) de vegetación secundaria y 38,086 ha (12%) de vegetación transformada. Por último, las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación preservaron 6,012 ha

(51%) de vegetación primaria, 3,623 ha (31%) de vegetación secundaria y 2,094 ha (18%) de vegetación transformada (*Cuadro 5*).

Cuadro 5 Representatividad ecosistémica en las áreas de protección

Áreas de protección	Vegetación primaria (ha)	Vegetación secundaria (ha)	Vegetación transformada (ha)
ANP Federal	310,897	133,510	251,356
ANP Estatal	153,998	150,285	410,902
PSA	195,995	84,163	38,086
ADVC	6,012	3,623	2,094

Según el análisis, se puede observar que los mecanismos de protección que preservan más del 60% de vegetación primaria son las zonas de Pago por Servicios Ambientales; los que protegen menos son las ANP estatales con solo 22% de su

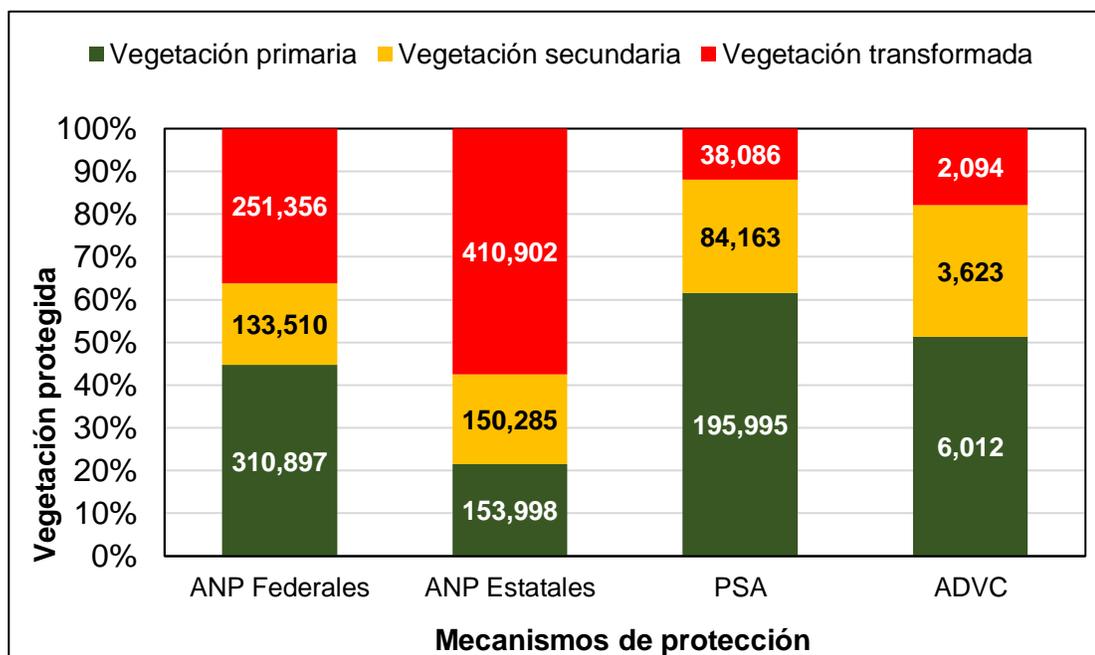


Figura 16 Vegetación protegida por mecanismos de protección oficiales y voluntarios en 2011 (hectáreas).

vegetación. Sin embargo, las ANP estatales son los mecanismos que en su mayoría están protegiendo vegetación transformada con un 57% (Figura 16).

7.1.3. Recuperación y pérdida de vegetación

Se analizó la recuperación y pérdida de la vegetación primaria, secundaria y transformada en el periodo 1980-2011. Lo anterior para conocer cuáles son los mecanismos que están cumpliendo con los objetivos de conservar, proteger y restaurar.

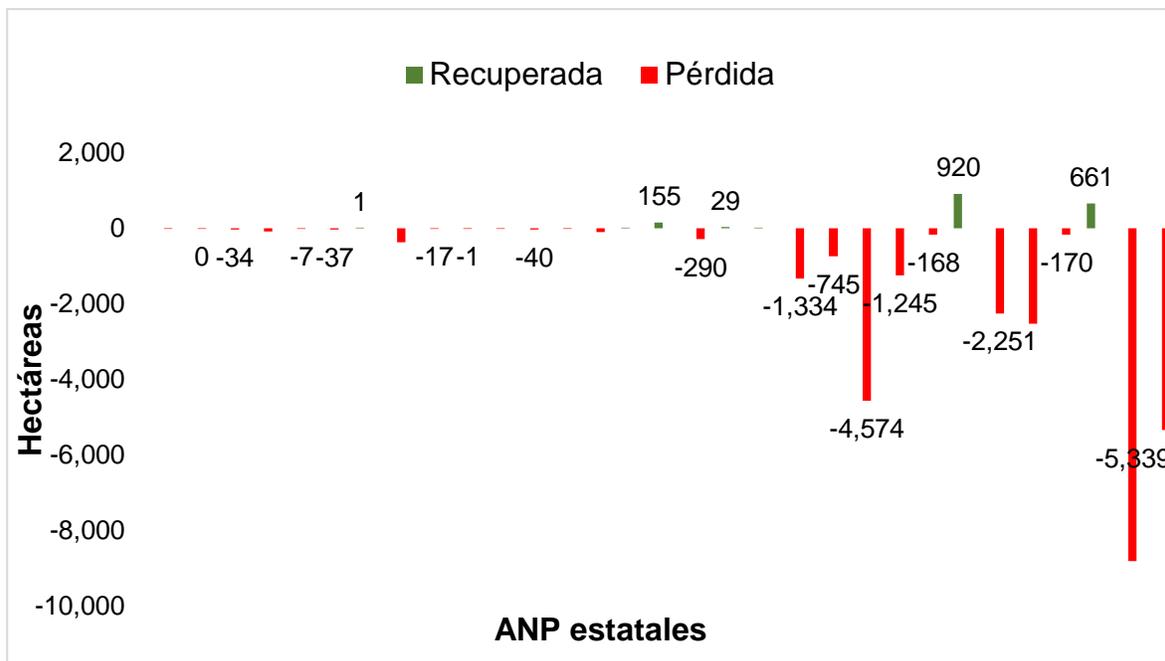
Áreas Naturales Protegidas federales

Las ANP federales tuvieron una pérdida de vegetación primaria y secundaria de 42,953 ha en el periodo de 1980-2011 y una recuperación de 69,371 ha, obteniendo un balance de -26,418 ha (Cuadro 6). Esto indica que se perdió más vegetación de la que se recuperó (*Figura 17 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ANP federales en el periodo 1981-2011.*)

Cuadro 6 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ANP federales en el periodo 1980-2011

Tipo de vegetación	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Vegetación primaria</i>	353,729	310,896	6,199	-49,032
<i>Vegetación secundaria</i>	117,097	133,512	36,754	-20,339
		<i>Total</i>	42,953	-69,371
			<i>Balance</i>	-26,418

Figura 17 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ANP



federales en el periodo 1981-2011.

Vegetación primaria

En las APN federales, en el periodo 1980-2011, se han perdido 49,032 ha de vegetación primaria de las que 23,850 ha pertenecen a bosque de pino-encino, 5,044 ha de bosque de oyamel, 3,853 ha de selva baja, 3,510 ha de mezquital, 2,629 ha de matorral submontano, 2,313 ha de bosque de encino, 1,569 ha de bosque de pino, 1,409 ha de chaparral, 1,160 ha de bosque mesófilo de montaña, 1,007 ha de bosque de encino-pino, 946 ha de pradera de alta montaña, 727 ha de palmar natural, 368 ha de matorral subtropical, 290 ha de tular, 290 ha de bosque de táscate y 67 ha de bosque de cedro. Se han recuperado 6,199 ha de mezquital, cuerpos de agua, matorral crasicaule y matorral desértico rosetófilo (Cuadro 7), teniendo un balance de -42,832 ha.

Cuadro 7 Recuperación y pérdida de vegetación primaria en ANP federales

Vegetación Primaria	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Bosque de cedro</i>	67		0	-67
<i>Bosque de encino</i>	8,174	5,861	0	-2,313
<i>Bosque de encino-pino</i>	4,324	3,317	0	-1,007
<i>Bosque de mezquite</i>		1,141	1,141	0
<i>Bosque de oyamel</i>	47,226	42,182	0	-5,044
<i>Bosque de pino</i>	84,196	82,627	0	-1,569
<i>Bosque de pino-encino</i>	88,472	64,622	0	-23,850
<i>Bosque de táscate</i>	1,257	967	0	-290
<i>Bosque mesófilo de montaña</i>	10,623	9,463	0	-1,160
<i>Chaparral</i>	11,123	9,714	0	-1,409
<i>Cuerpo de agua</i>	2,520	3,672	1,152	0
<i>Matorral crasicaule</i>	37,079	38,786	1,707	0
<i>Matorral desértico rosetófilo</i>	32,182	34,381	2,199	0
<i>Matorral submontano</i>	3,593	964	0	-2,629
<i>Matorral subtropical</i>	368		0	-368
<i>Mezquital</i>	3,510		0	-3,510
<i>Palmar natural</i>	727		0	-727
<i>Pradera de alta montaña</i>	8,990	8,044	0	-946
<i>Selva baja caducifolia</i>	7,812	3,959	0	-3,853
<i>Tular</i>	1,486	1,196	0	-290
		Total	6,199	-49,032
			Balance	-42,833

Vegetación secundaria

La pérdida de vegetación secundaria en las ANP federales es de 20,339 ha, de las que 14,221 ha corresponden a matorral crasicaule, 5,578 ha a matorral desértico rosetófilo y 540 ha a bosque de pino-encino. Hubo una recuperación de 36,752 ha, resultando un balance de 16,413 ha (Cuadro 8).

Cuadro 8 Recuperación y pérdida de vegetación secundaria en ANP federales.

Vegetación Primaria	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
Bosque de encino	14,155	15,643	1,488	
Bosque de encino-pino	6,159	7,096	937	
Bosque de mezquite	0	685	685	
Bosque de oyamel	1,199	10,161	8962	
Bosque de pino	7,651	26,922	19271	
Bosque de pino-encino	9,118	8,578		-540
Bosque de táscate	827	871	44	
Bosque mesófilo de montaña	3,613	7,344	3,731	
Chaparral	8,682	9,165	483	
Matorral crasicaule	17,488	3,267		-14,221
Matorral desértico rosetófilo	5,578			-5,578
Selva alta perennifolia	0	3	3	
Selva baja caducifolia	42,627	43,777	1,150	
		Total	36,754	-20,339
		Balance		16,415

La vegetación transformada incrementó 32,407 ha, de las que 21,034 ha pertenecen a agricultura, 8,103 ha a asentamientos humanos, 790 ha a bosque cultivado, 687 ha a palmar inducido y 1,793 ha a pastizal cultivado.

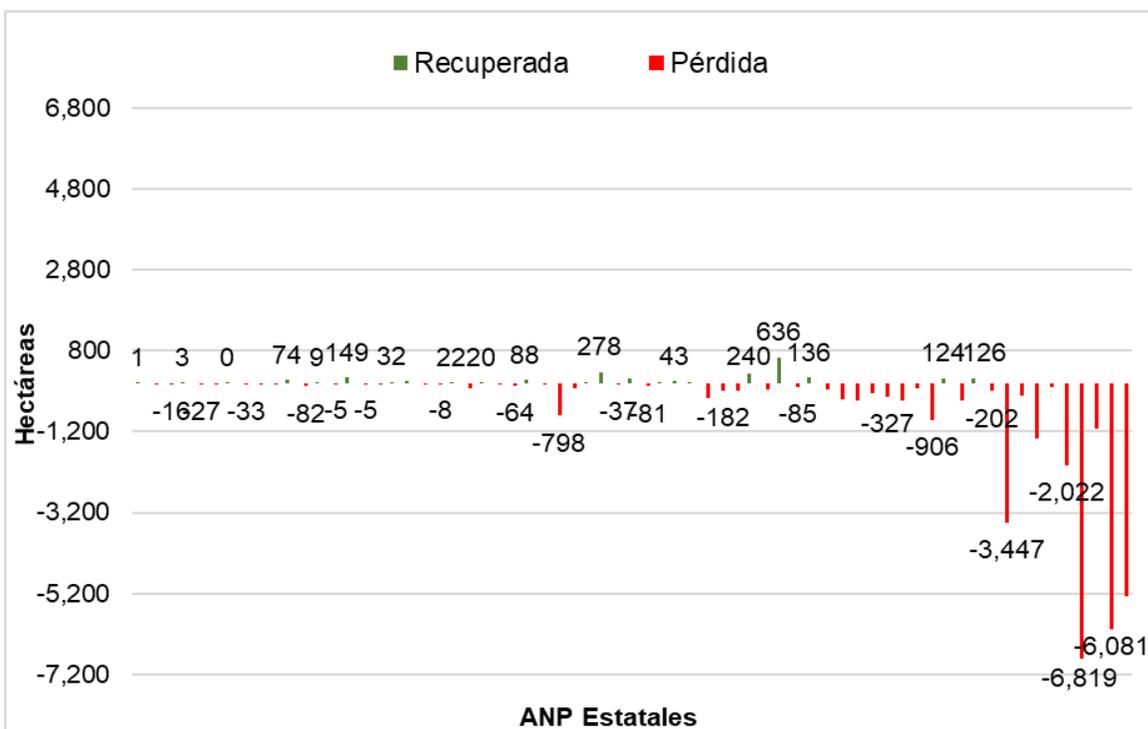
Áreas Naturales Protegidas estatales

Las ANP estatales en el periodo 1981-2011 tuvieron una pérdida de vegetación primaria y secundaria de -77,161 ha y una recuperación de 46,768 ha, teniendo un balance -30,393 ha (Cuadro 9) (Figura 18).

Cuadro 9 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ANP estatales en el periodo 1981-2011.

Vegetación	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Vegetación primaria</i>	205,009	153,998	12,941	-63,952
<i>Vegetación secundaria</i>	129,666	150,284	33,827	-13,209
		Total	46,768	-77,161
			Balance	-30,393

Figura 18 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ANP estatales en el periodo 1981-2011.



Vegetación primaria

En las ANP Estatales se han perdido 63,952 ha de vegetación primaria, de las que 21,142 ha son bosque de encino, 15,390 ha de bosque de pino encino, 10,471 ha

de bosque de pino, 5,331 ha de matorral subtropical, 3,458 ha de bosque de oyamel, 2,852 ha de bosque de encino-pino, 1,481 ha de bosque mesófilo de montaña, 1,447 ha de bosque de táscate, 1,036 ha de pastizal halófilo, 925 ha de palmar natural, 288 ha de pastizal natural, 75 ha de pradera de alta montaña y 56 ha de bosque de cedro. Se han recuperado 12,941 ha, de las cuales 7,267 ha son de selva baja caducifolia, 3,228 ha de matorral crasicaule y 1,776 ha vegetación halófila, 642 ha de cuerpos de agua y 46 ha de tular. Obteniendo un balance de -51,013 ha (*Cuadro 10*).

Cuadro 10 Recuperación y pérdida de vegetación primaria en las ANP estatales

Vegetación primaria	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Bosque de cedro</i>	204	148	0	-56
<i>Bosque de encino</i>	50,559	29,417	0	-21,142
<i>Bosque de encino-pino</i>	16,385	13,533	0	-2,852
<i>Bosque de oyamel</i>	36,069	32,611	0	-3,458
<i>Bosque de pino</i>	38,172	27,701	0	-10,471
<i>Bosque de pino-encino</i>	39,307	23,917	0	-15,390
<i>Bosque de táscate</i>	1,447	0	0	-1,447
<i>Bosque mesófilo de montaña</i>	2,364	883	0	-1,481
<i>Cuerpo de agua</i>	9,016	9,640	624	
<i>Matorral crasicaule</i>	2,024	5,252	3,228	
<i>Matorral subtropical</i>	5,331	0	0	-5,331
<i>Palmar natural</i>	925	0	0	-925
<i>Pastizal halófilo</i>	1,255	219	0	-1,036
<i>Pastizal natural</i>	288	0	0	-288
<i>Pradera de alta montaña</i>	239	164	0	-75
<i>Selva baja caducifolia</i>	1,383	8,649	7,267	0
<i>Tular</i>	0	46	46	0
<i>Vegetación halófila</i>	41	1,818	1,776	0
		Total	12,941	-63,952
		Balance		-51,011

Vegetación secundaria

La vegetación secundaria perdida fue 13,209 ha, de las que 8,862 ha corresponde a matorral subtropical, 4,319 ha a matorral crasicaule y 28 ha a matorral desértico rosetófilo. La recuperación de vegetación secundaria fue de 33,827 ha, de ellas 11,663 ha pertenecen a bosque de pino, 8,141 ha a selva baja caducifolia, 4,101 ha a bosque de encino, 3,571 ha a bosque de encino-pino, 3,904 ha a bosque de pino-encino, 1,262 ha a bosque de táscate, 1,001 ha a bosque de oyamel y 184 ha a bosque mesófilo de montaña. El balance es de 20,618 ha (Cuadro 11).

Cuadro 11 Recuperación y pérdida de vegetación secundaria en ANP estatales.

<i>Vegetación secundaria</i>	<i>1981 (ha)</i>	<i>2011 (ha)</i>	<i>Recuperada (ha)</i>	<i>Pérdida (ha)</i>
<i>Bosque de encino</i>	50,054	54,155	4,101	0
<i>Bosque de encino-pino</i>	145	3,716	3,571	0
<i>Bosque de oyamel</i>	6,113	7,114	1,001	0
<i>Bosque de pino</i>	1,515	13,178	11,663	0
<i>Bosque de pino-encino</i>	1,519	5,423	3,904	0
<i>Bosque de táscate</i>	2,750	4,012	1,262	0
<i>Bosque mesófilo de montaña</i>	129	313	184	0
<i>Matorral crasicaule</i>	4,414	95	0	-4,319
<i>Matorral subtropical</i>	8,862	0	0	-8,862
<i>Matorral desértico rosetófilo</i>	28	0	0	-28
<i>Selva baja caducifolia</i>	54,137	62,278	8,141	
		Total	33,827	-13,209
			Balance	20,618

El aumento de vegetación transformada en las ANP estatales del fue de 42,087 ha, de las que 25,839 ha son agricultura, 7,507 ha asentamientos humanos, 6,943 ha bosque cultivado, 923 ha palmar inducido y 875 ha pastizal inducido.

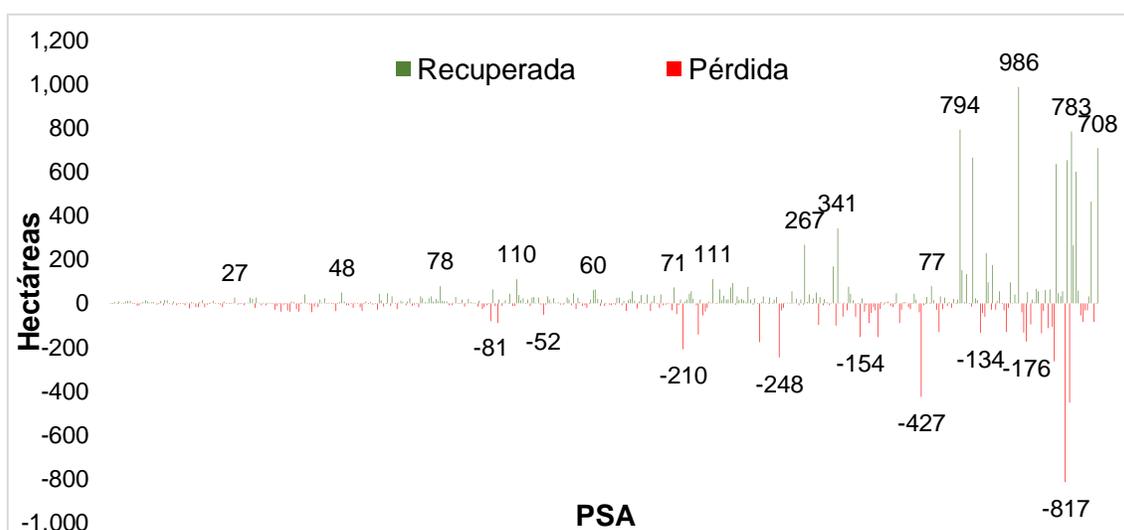
Zonas de Pago por Servicios Ambientales

Las zonas de Pago por Servicios Ambientales en el periodo 1981-2011 tuvieron una recuperación de vegetación primaria y secundaria de 25,878 ha y una pérdida de 15,718 ha, obteniendo un balance de 10,160 ha (*Cuadro 12*). El balance positivo se debe a que se recuperaron más hectáreas de vegetación primaria y secundaria que las que se perdieron (*Figura 19*).

Cuadro 12 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en PSA en el periodo 1981-2011.

Vegetación	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Pérdida (ha)
<i>Vegetación primaria</i>	226,450	195,995	4,548	-35,003
<i>Vegetación secundaria</i>	48,629	84,164	41,230	-5,695
Total			45,778	-40,698
			Balance	5,080

Figura 19 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en PSA en el periodo 1981-2011.



Vegetación primaria

Las zonas de PSA han perdido 35,003 ha de vegetación primaria, de las que 19,092 ha son de bosque de pino, 4,907 ha de bosque de pino-encino, 4,009 ha de bosque de oyamel, 1,944 ha de bosque de encino, 1,941 ha de selva baja caducifolia, 842 ha de matorral submontano, 702 ha de mezquital, 587 ha de chaparral, 569 ha de pradera de alta montaña, 236 ha de bosque de encino-pino, 91 ha de bosque de cedro y 64 ha de bosque de táscate y 20 ha de pastizal natural. Se recuperaron 4,548 ha, de las que 2,075 ha corresponde a matorral crasicaule, 1,845 ha a matorral desértico rosetófilo, 393 ha de bosque de mezquite, 121 ha de bosque mesófilo de montaña, 57 ha de cuerpos de agua y 57 de selva mediana subcaducifolia. Obteniendo un balance de -30,453 ha (*Cuadro 13*).

Cuadro 13 Recuperación y pérdida de vegetación primaria en zonas de Pago por Servicios Ambientales.

Vegetación primaria	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Bosque de cedro</i>	235	144	0	-91
<i>Bosque de encino</i>	16,794	14,850	0	-1,944
<i>Bosque de encino-pino</i>	5,869	5,633	0	-236
<i>Bosque de mezquite</i>		393	393	0
<i>Bosque de oyamel</i>	49,608	45,599	0	-4,009
<i>Bosque de pino</i>	80,034	60,942	0	-19,092
<i>Bosque de pino-encino</i>	40,813	35,906	0	-4,907
<i>Bosque de táscate</i>	1,626	1,562	0	-64
<i>Bosque mesófilo de montaña</i>	5,794	5,915	121	0
<i>Chaparral</i>	3,155	2,569	0	-586
<i>Cuerpo de agua</i>	17	74	57	0
<i>Matorral crasicaule</i>	7,030	9,105	2,075	0
<i>Matorral desértico rosetófilo</i>	8,229	10,074	1,845	0
<i>Matorral submontano</i>	1,598	756	0	-842
<i>Mezquital</i>	702		0	-702
<i>Pastizal natural</i>	20		0	-20
<i>Pradera de alta montaña</i>	944	375	0	-569
<i>Selva baja caducifolia</i>	3,982	2,041	0	-1,941

Vegetación primaria	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Selva mediana subcaducifolia</i>		57	57	
		Total	4,548	-35,003
			Balance	-30,455

Vegetación secundaria

La vegetación secundaria perdida en las zonas de PSA es de 5,695 ha, de las que 3,223 ha pertenecen a matorral crasicaule, 2,384 ha a matorral desértico rosetófilo, 57 ha a matorral subtropical, 21 ha a matorral submontano y 10 ha a chaparral. La recuperación de vegetación secundaria fue de 41,230 ha, de las que 28,193 ha son bosque de pino, 5,307 ha bosque de oyamel, 3,202 ha son selva baja caducifolia, 1,962 ha bosque de pino-encino, 1,037 ha de bosque de encino-pino, 830 ha de bosque de encino, 429 ha de bosque mesófilo de montaña, 181 ha de chaparral, 33 ha de selva baja perennifolia, 29 ha de bosque de táscate y 27 ha de bosque de mezquite. Obteniendo un balance de 35,535 ha. En este caso, se recuperaron más hectáreas de vegetación secundaria de las que se perdieron (Cuadro 14).

Cuadro 14 Recuperación y pérdida de vegetación secundaria en zonas de Pago por Servicios Ambientales.

Vegetación secundaria	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Bosque de encino</i>	9,348	10,178	830	0
<i>Bosque de encino-pino</i>	1,433	2,470	1,037	0
<i>Bosque de mezquite</i>		27	27	0
<i>Bosque de oyamel</i>	2,623	7,930	5,307	0
<i>Bosque de pino</i>	3,661	31,854	28,193	0
<i>Bosque de pino-encino</i>	2,608	4,570	1,962	0
<i>Bosque de táscate</i>	796	825	29	0
<i>Bosque mesófilo de montaña</i>	469	898	429	0
<i>Bosque táscate</i>	10		0	-10
<i>Chaparral</i>	2,601	2,782	181	0

Vegetación secundaria	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Matorral crasicaule</i>	4,200	977	0	-3,223
<i>Matorral submontano</i>	115	94	0	-21
<i>Matorral subtropical</i>	57		0	-57
<i>Matorral desértico rosetófilo</i>	2,384		0	-2,384
<i>Selva alta perennifolia</i>		33	33	0
<i>Selva baja caducifolia</i>	18,324	21,526	3,202	0
		Total	41,230	-5,695
			Balance	35,535

Respecto a la vegetación transformada, hubo un aumento de 1,989 ha de las cuales 197 ha son de asentamientos humanos, 1,782 de bosque cultivado y 10 ha de palmar inducido. Sin embargo, también hubo pérdida de 7,067 ha. De las cuales 4,057 ha pertenecen a pastizales inducidos, 2,994 ha a agricultura y 16 ha a pastizal cultivado.

Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación recuperaron 3,303 ha de vegetación primaria y secundaria y se perdieron 2,497 ha, obteniendo un balance de 806 ha. Éste es positivo, ya que se recuperaron más hectáreas de las que se perdieron de vegetación primaria y secundaria (*Cuadro 15*).

Cuadro 15 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ADVC en el periodo 1981-2011

Tipo de vegetación	1981	2011	Recuperada	Pérdida
<i>Vegetación primaria</i>	7,452	6,013	876	-2,315
<i>Vegetación secundaria</i>	1,379	3,624	2,427	-182
		Total	3,303	-2,497
			Balance	806

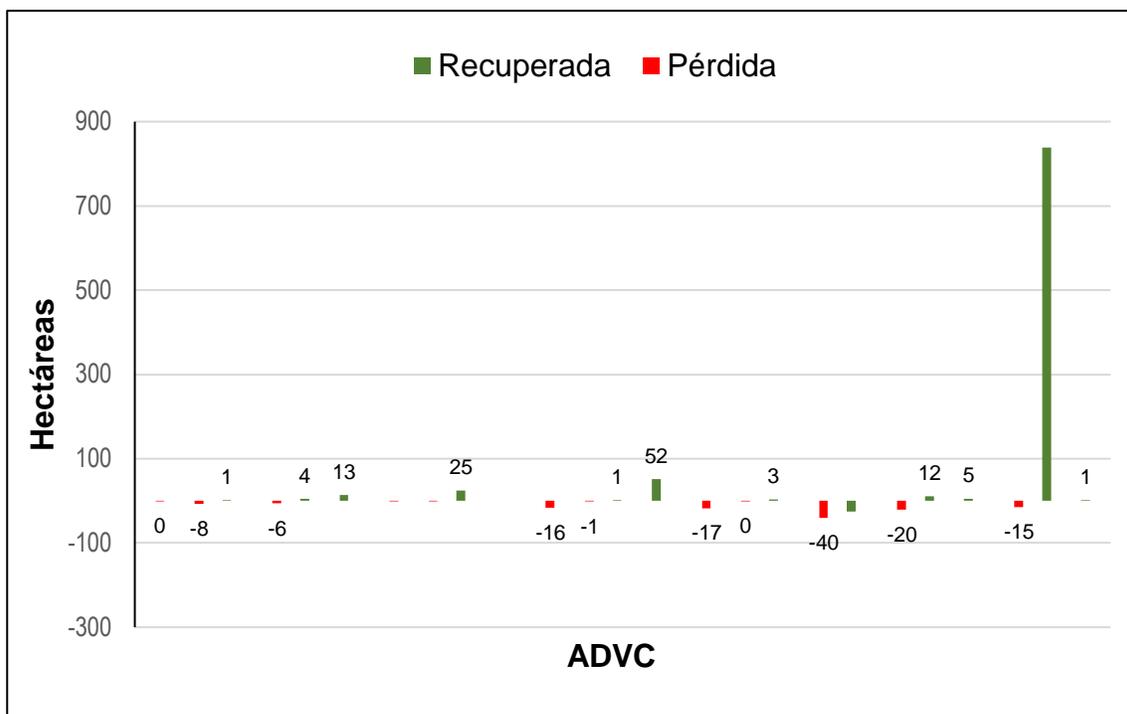


Figura 20 Recuperación y pérdida de vegetación (primaria y secundaria) en ADVC en el periodo 1981-2011.

Vegetación primaria

Se recuperaron 876 ha de vegetación primaria en las ADVC, de ellas 526 ha corresponden a bosque de pino, 184 ha a matorral desértico rosetófilo y 154 ha a bosque de oyamel y 12 ha de cuerpos de agua. Por otro lado, se perdieron 2,315 ha, de las que 1,316 ha pertenecen a bosque de encino, 621 ha a bosque de encino-pino, 182 ha de bosque mesófilo de montaña, 134 ha de bosque de pino encino, 34 ha de matorral crasicaule y 28 ha de bosque de táscate. El balance es de -1,439 ha (Figura 16).

Cuadro 16 Recuperación y pérdida de vegetación primaria en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación.

Vegetación primaria	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Bosque de encino</i>	2,692	1,376		-1,316
<i>Bosque de encino-pino</i>	1,182	561		-621
<i>Bosque de oyamel</i>	368	522	154	
<i>Bosque de pino</i>	1,756	2,282	526	
<i>Bosque de pino-encino</i>	355	221		-134
<i>Bosque de táscate</i>	160	132		-28
<i>Bosque mesófilo de montaña</i>	905	723		-182
<i>Cuerpo de agua</i>	0	12	12	
<i>Matorral crasicaule</i>	34			-34
<i>Matorral desértico rosetófilo</i>	0	184	184	
			Total	
			876	-2,315
			Balance	-1,439

Vegetación secundaria

La vegetación secundaria perdida en las ADVC es de 182 ha de matorral desértico rosetófilo. La vegetación recuperada es de 2,427 ha, de las que de 1,198 ha pertenecen a bosque de encino, 552 ha a bosque de encino-pino, 324 ha a bosque de pino-encino, 169 ha a bosque mesófilo de montaña, 66 ha de bosque de táscate, 66 ha de bosque de pino y 52 ha de selva baja caducifolia. Se obtuvo un balance de 2,245 ha, lo que indica que se recuperaron más hectáreas de las que perdieron (Cuadro 17).

Cuadro 17 Recuperación y pérdida de vegetación secundaria en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

Vegetación secundaria	1981 (ha)	2011 (ha)	Recuperada (ha)	Perdida (ha)
<i>Bosque de encino</i>	821	2,019	1,198	0
<i>Bosque de encino-pino</i>	0	552	552	0
<i>Bosque de pino</i>	45	111	66	0
<i>Bosque de pino-encino</i>	89	413	324	0
<i>Bosque de táscate</i>	0	66	66	0
<i>Bosque mesófilo de montaña</i>	155	324	169	0
<i>Matorral desértico rosetófilo</i>	182	0	0	-182
<i>Selva baja caducifolia</i>	87	139	52	0
		Total	2,427	-182
			Balance	2,245

Respecto a la vegetación transformada, hubo una disminución de 803 ha, de las que 766 ha son agricultura, 33 ha pastizal inducido y 4 ha pastizal cultivado. No hubo aumento de vegetación transformada.

7.2. Evaluación socioeconómica

Las áreas de protección son consideradas como una de las mejores alternativas para la preservación de la biodiversidad y promueven un mayor bienestar para la población que vive en ellas. Debido a los programas federales que pretenden incrementar la calidad de vida de las comunidades. Por lo que es importante realizar una evaluación de los grados de marginación, para poder conocer si existe una relación entre las áreas protegidas y la calidad de vida de la población que vive dentro de ellas.

7.2.1. Índice de marginación

Se realizó el índice de marginación de 1990 a nivel de población. Sin embargo, se pudo observar que existe una gran diferencia con el índice de marginación de 1990 y con los índices de marginación del 2000 y 2010, debido a que el índice de marginación 2000 y 2010 se realizó utilizando 10 indicadores y el índice de marginación del 1990 solo se tomaron en cuenta 7 indicadores determinados por la CONAPO. Sin embargo, para poder comparar los datos, solo se utilizaron los índices de marginación por localidad de 2000 y 2010 (*Figura 21*).

En las Áreas Naturales Protegidas federales en el periodo 2000-2010 la población que vivía en un nivel de marginación “muy alto” disminuyó. Sin embargo, también hubo disminución de población que se encontraba en un “muy bajo” nivel de marginación. El aumento se observó en los niveles alto y medio de marginación

En las Áreas Naturales Protegidas estatales disminuyó el nivel de marginación “muy alto” y aumentó el “bajo”. En las zonas de Pago por Servicios Ambientales hubo disminución de la categoría “muy alto” y un gran aumento de “alto”.

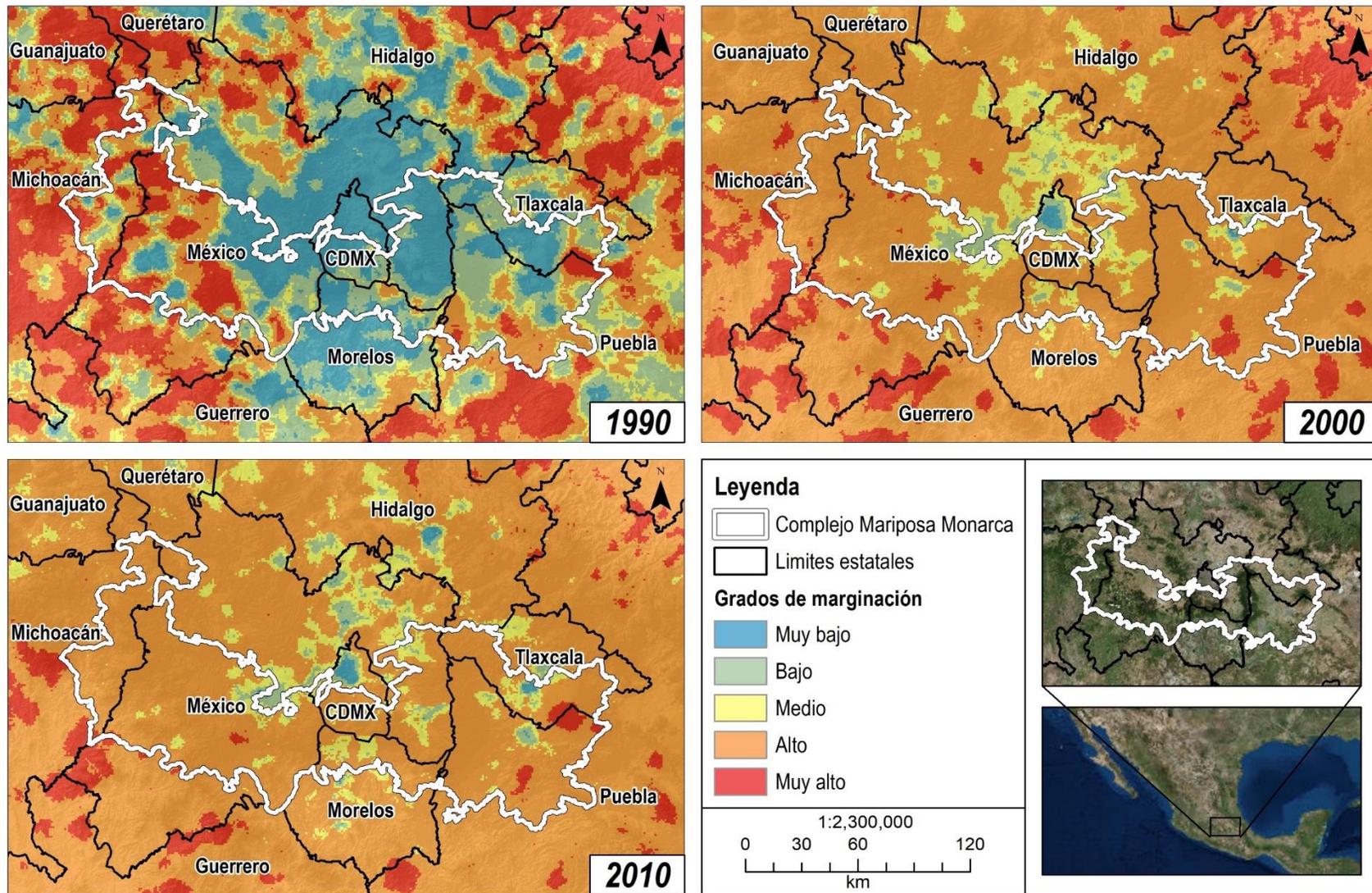
Y, por último, en las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, se mantuvo el nivel alto de marginación, solo se observó una pequeña disminución de habitantes (*Cuadro 18*) (*Figura 22*).

Cuadro 18 Comparación del grado de marginación de la población que vive dentro de mecanismos de protección oficiales y voluntarios en el periodo 2000-2010.

Mecanismo de protección	Año	Población por grado de marginación				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
ANP federal	2000	30,027	378,522	49,417	7,818	79,149

Mecanismo de protección	Año	Población por grado de marginación				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
	2010	8,799	431,037	91,987	9,125	34,879
ANP estatal	2000	16,278	490,235	307,584	68,011	
	2010	2,878	700,060	265,161	112,811	
PSA	2000	3,500	8,140	4,885	2,580	
	2010	528	15,258	1,648	2,733	
ADVC	2000		2,421			
	2010		2,383			

Figura 21 Comparación del índice de marginación (1990- 2010)



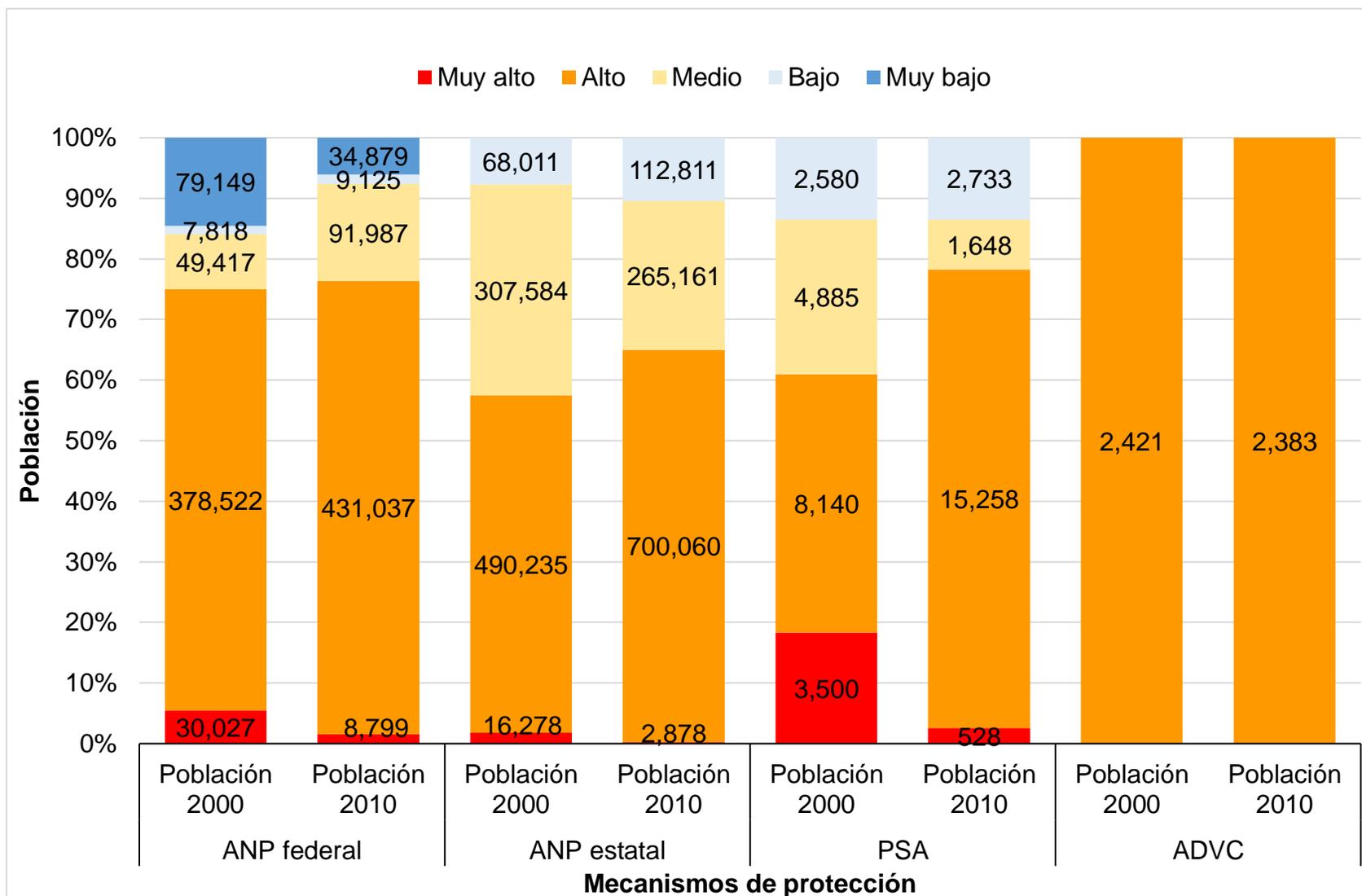


Figura 22 Comparación del grado de marginación de la población que vive dentro de mecanismos de protección oficiales y voluntarios en el periodo (2000-2010)

7.2.2. Condición indígena

Se considera población indígena a todas las personas que forman parte de un hogar indígena, donde el jefe(a) del hogar, su cónyuge y/o alguno de los familiares declaró ser hablante de lengua indígena. Además, también incluye a personas que declararon hablar alguna lengua indígena y que no forman parte de estos hogares (INEGI, 2010).

Existen diez regiones indígenas distribuidas en el área de trabajo: chocho, matlatzinca, mazahua, mixteco, náhuatl, otomí, popoluca, tepehua, totonaca y zapoteco (*Figura 23*).

La población indígena en 2010 en los mecanismos de protección fue de 110,235 habitantes, de los que 63,229 viven dentro de las ANP federales, 46,213 en ANP estatales, 567 en zonas de PSA y 226 en ADVC (*Figura 24*).

En el Cuadro 19 se muestran las regiones indígenas que se encuentran en los mecanismos de protección oficiales y voluntarios, así como su población en los años 1990, 2000 y 2010.

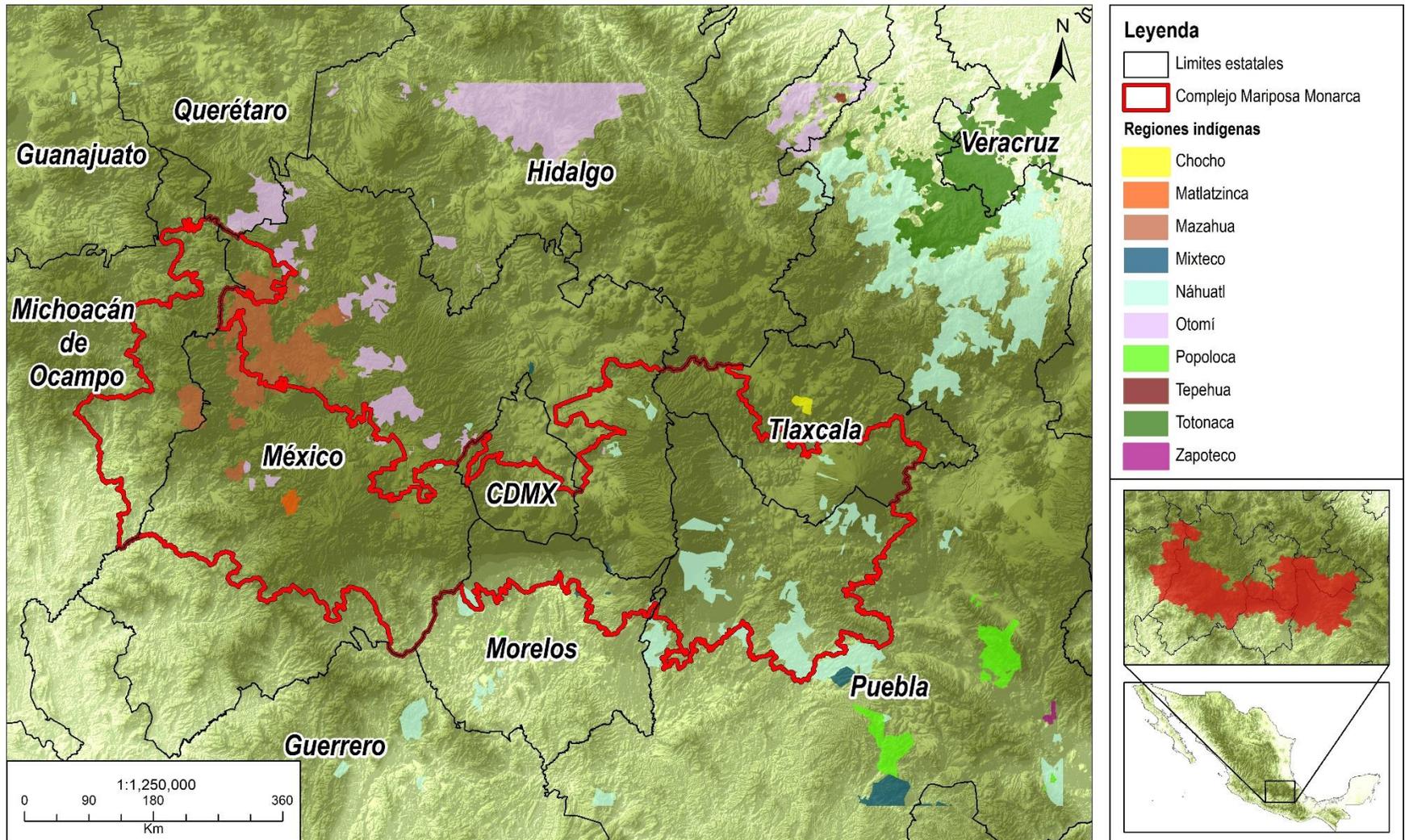


Figura 23 Regiones indígenas 2008

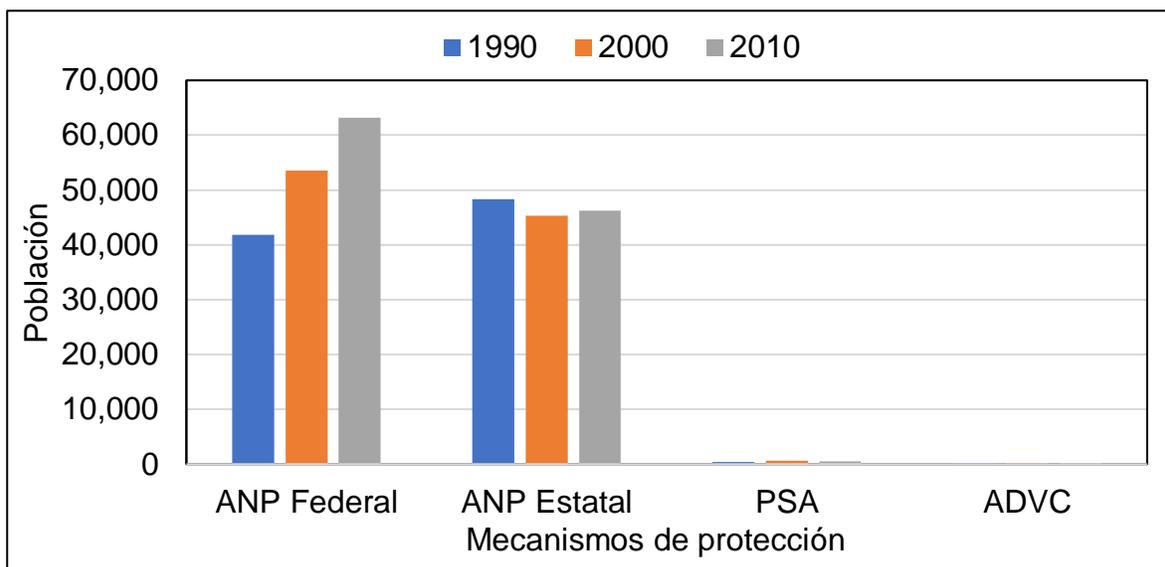


Figura 24 Población indígena en los mecanismos de protección en el periodo 1990-2010

Cuadro 19 Población en regiones indígenas en los años 1990, 2000 y 2010

Área de protección	Región indígena	AÑO		
		1990	2000	2010
Áreas Naturales Protegidas federales	Matlatzinca	974	649	731
	Mazahua	4,603	7,334	9,486
	Náhuatl	33,073	41,105	47,893
	Otomí	620	725	906
	Popoloca	1,768	2,735	3,307
	Totonaca	783	984	906
Áreas Naturales Protegidas estatales	Mazahua	10,175	9,046	10,940
	Mixteco		48	23
	Náhuatl	361	444	344
	Otomí	37,744	35,768	34,906
Zonas de Pago por Servicios Ambientales	Náhuatl		2	2
	Otomí	59	96	40
	Popoloca	42	30	44
	Totonaca	290	526	481

Área de protección	Región indígena	AÑO		
		1990	2000	2010
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación	Náhuatl	174	220	226

7.3. Evaluación ambiental-socioeconómica

Esta evaluación consistió en analizar de manera conjunta el índice de marginación y el aspecto indígena con la presencia de vegetación primaria y secundaria. Esto con el fin de determinar si existe una correlación entre la vegetación conservada y el grado de bienestar socioeconómico de la población. Respecto al índice de marginación, se observó que en su mayoría la vegetación primaria y secundaria se encuentra en el nivel “alto”. Es decir, los sitios más marginados se encuentran constituidos por vegetación primaria y secundaria (Figura 25).

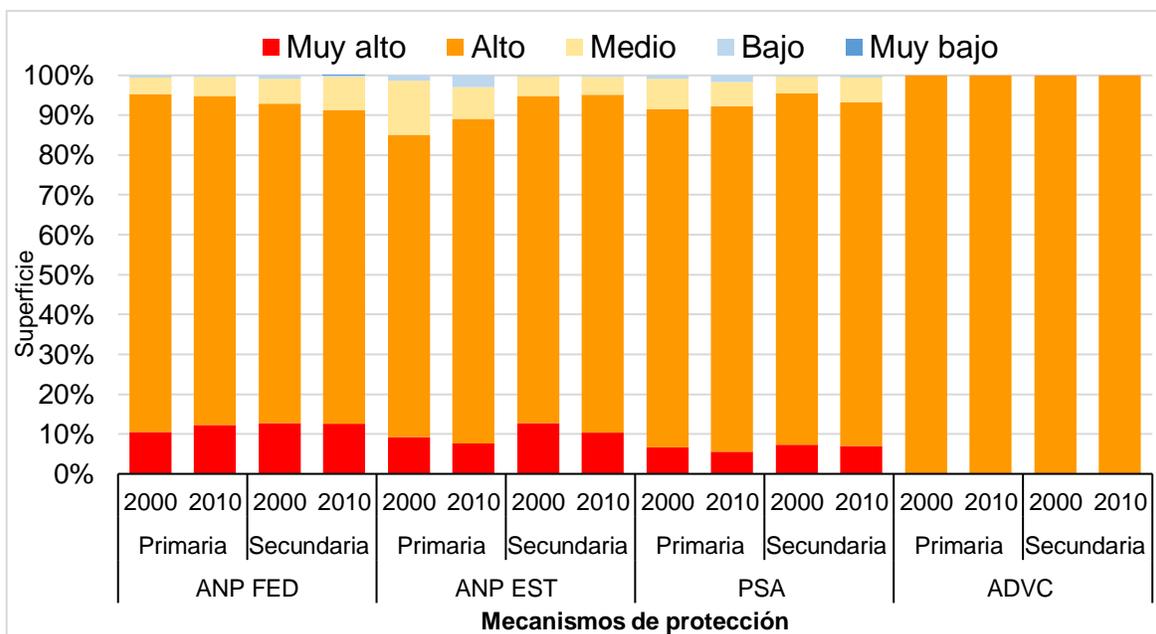


Figura 25 Proporción de vegetación primaria y secundaria por grado de marginación dentro de los mecanismos de protección en el periodo 2000 - 2010

Para el análisis ambiental-socioeconómico, se hizo una comparación en las regiones indígenas y no indígenas dentro de los mecanismos de protección ambiental oficiales y voluntarios.

En las regiones indígenas se observó que a nivel de proporciones disminuyó poco la vegetación primaria y secundaria. Sin embargo, es notorio que en las zonas de Pago por Servicios ambientales disminuyó la vegetación transformada y en las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación se mantuvo (Figura 26).

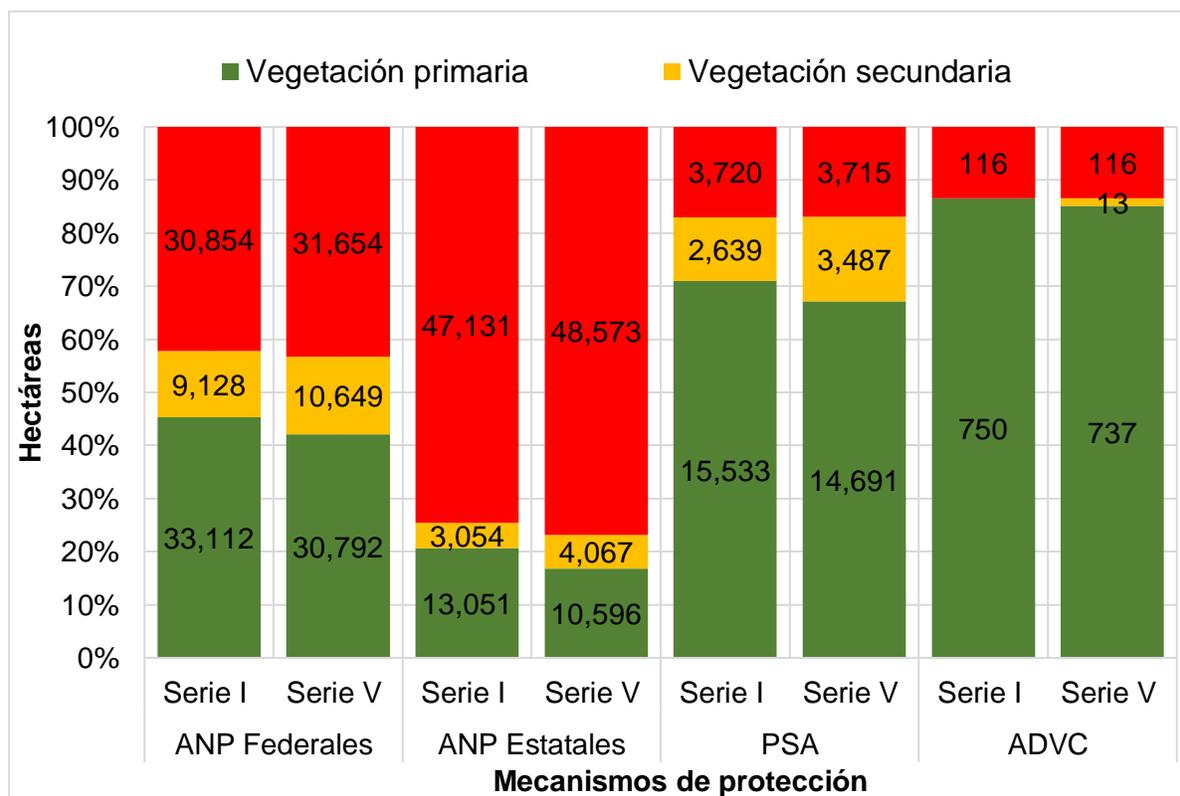
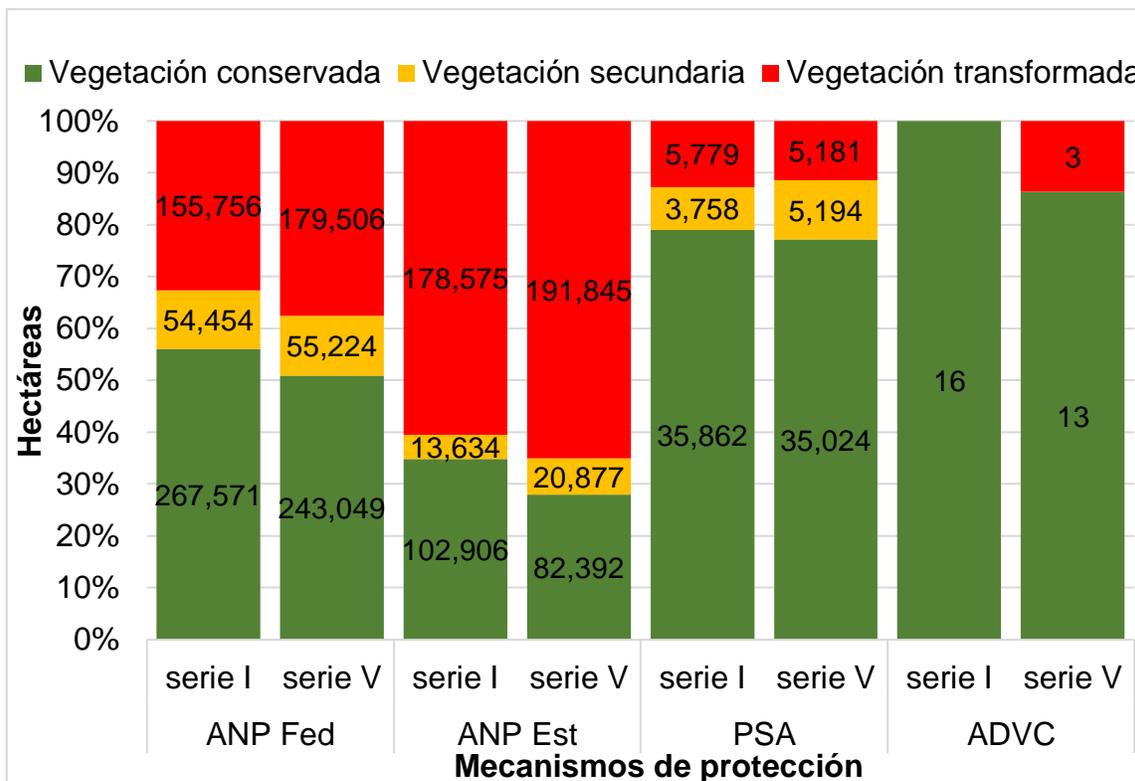


Figura 26 Comparación de la proporción de vegetación en regiones indígenas dentro de los mecanismos de protección en el periodo 1981-2011.

En las regiones no indígenas se observó disminución de vegetación primaria y aumento evidente de la transformada en todos los mecanismos de protección, excepto en zonas de Pago por Servicios Ambientales; en éste hubo disminución de

vegetación tanto primaria como transformada y aumento de la secundaria (Figura 27).

Figura 27 Comparación de la proporción de vegetación en regiones no indígenas dentro de los mecanismos de protección en el periodo 1981-2011.



En la evaluación socioeconómica-ambiental se observó que la vegetación primaria y secundaria se encuentra en zonas con más del 80% en los índices de marginación “muy alto” y “alto”. Respecto a la condición indígena se compararon regiones indígenas contra las no indígenas dentro de las áreas de protección; el resultado fue que en las regiones indígenas la vegetación primaria y secundaria se mantuvo estable, mientras que en las regiones no indígenas aumentó la vegetación transformada en detrimento de la primaria y secundaria.

VIII. Conclusiones

Se demostró que las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación son más efectivas debido a que en su mayoría no han sufrido cambios significativos en el uso del suelo y vegetación. Han recuperado más vegetación primaria y secundaria de la que han perdido en general. Sin embargo, en el aspecto socioeconómico, la población se mantuvo en un alto nivel de marginación. Este resultado puede ser consecuencia de que estas áreas no reciben incentivos por parte del gobierno federal.

Las zonas de Pago por Servicios Ambientales mostraron ser un mecanismo de protección completo, debido a que la mayoría son efectivas, pues no han sufrido cambios significativos de vegetación primaria y secundaria. En el ámbito socioeconómico tuvo disminución el grado de marginación “muy alto” y un ligero aumento del “bajo”. Esto puede ser consecuencia de la inversión total de Pago por Servicios Ambientales en México (5 mil 377 millones de pesos).

En las Áreas Naturales Protegidas Estatales, el balance en términos de recuperación de vegetación primaria y secundaria fue negativo, lo que indica que se perdió más vegetación de la que se recuperó. En el ámbito socioeconómico hubo una gran disminución de grado de marginación “muy alto”.

En términos de efectividad se comprobó que solo el 50% de las Áreas Naturales Protegidas federales son efectivas. En cuanto a la recuperación y pérdida de vegetación primaria y secundaria se tuvo un balance negativo, lo que indica que se perdió más vegetación de la que se recuperó. En el ámbito socioeconómico hubo una disminución del 1.5 % del grado de marginación muy alto y una disminución del 9% del grado de marginación muy bajo

Las regiones indígenas en los mecanismos de protección tuvieron influencia en la conservación de vegetación primaria y secundaria, en comparación de las zonas que no pertenecen a regiones indígenas dentro de los mecanismos de protección.

En general en el país se necesitan más análisis en efectividad en conservación de ecosistemas para poder plantear nuevas alternativas que ayuden a cumplir con los objetivos de cada mecanismo.

La conservación en mecanismos oficiales es muy importante. Sin embargo, es de suma importancia conocer sus debilidades para poder brindar un mayor foco de atención en las áreas no efectivas, para proponer nuevas alternativas que ayuden una mejor conservación de ecosistemas y a su vez, mejore la condición de vida de la población que se encuentra en ella.

La conservación de mecanismos voluntarios resulta ser muy efectiva sin embargo son muy pocos los pequeños productores que protegen sus tierras con estos mecanismos. La falta de incentivos causa el desinterés de los productores para conservar sus tierras.

IX. Recomendaciones

- Este análisis es importante realizarlo a nivel país y actualizarlo, debido a que es importante conocer que tan efectivos son los mecanismos de protección.
- Es necesario saber si las ANP y los otros mecanismos están cumpliendo con sus objetivos, de no ser así, plantear nuevas estrategias para lograrlos.
- Identificar qué mecanismos son efectivos para realizar estrategias para agilizar su gestión para su creación.
- También es recomendable conocer que áreas están decayendo, para poder tomar medidas de acción para conservar.

X. Fuentes de consulta

- Bezaury Creel, J., Rojas González de Castilla, S., & Makepeace Moscoso, J. M. (2011). Brecha en el financiamiento de las áreas naturales protegidas federales de México Fases I y II. México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza.
- Carrillo, J., & Mota, J. V. (2006). Guía Legal para dueños de Bosques en México. México: WWF.
- Challenger, A., & Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. En Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad (págs. 87-108). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (10 de 08 de 2018). CONANP. Obtenido de CONANP : <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programas-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-naturales-protegidas>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (17 de 03 de 2017). Conanp. Obtenido de Conanp: <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (19 de 08 de 2018). CONANP. Obtenido de CONANP: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/programa-de-adaptacion-al-cambio-climatico-del-complejo-mariposa-monarca?idiom=es>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2014). Estrategia hacia 2040: una orientación para la conservación de las áreas naturales protegidas. México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (21 de Marzo de 2017). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Obtenido de

<http://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/areas-destinadas-voluntariamente-a-la-conservacion>

Comisión Nacional de Áreas Protegidas. (2013). Programa de Adaptación al Cambio Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental. México: CONANP.

Comisión Nacional Forestal. (5 de Agosto de 2017). CONAFOR. Obtenido de CONAFOR:

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/2308Programa%20de%20Pago%20por%20Servicios%20Ambientales.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (1998). Conservación. En La diversidad biológica de México: Estudio de país (págs. 184-209). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2007). Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy- Programa México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2009). Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En J. C. Bezaury, & D. Gutiérrez, Capital natural de México, Vol. II : Estado de conservación y tendencias de cambio (págs. 385-431). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2009). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación. Mexico: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2010). Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Mexico: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2012). Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Figuroa, E., & Reyes, P. (2009). Pago por Servicios Ambientales en Áreas Protegidas en América Latina. Chile: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- González Ocampo, H. A., Cortés Calva, P., Íñiguez Dávalos, L. I., & Ortega Rubio, A. (2004). Las áreas naturales protegidas de México. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 7-15.
- Guevara, S., Laborde, J., & Sánchez, G. R. (2004). La Deforestación. Instituto de Ecología, A.C., 85-109.
- Herbert, T., Vonada, R., Jenkins, M., & Bayon, R. (2010). Fondos Ambientales y Pagos por Servicios Ambientales. Río de Janeiro: RedLAC.
- Jiménez, C. S., Torres, R. O., & Corcuera, P. M. (2010). Biodiversidad una alerta. Casa del tiempo, 9-16.
- Mayrand, K., & Paquin, M. (2004). Pago por servicios ambientales: Estudio y evaluación de esquemas vigentes. Montreal: Unisféra.
- Pérez Calderón, J. (2010). La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos. El Cotidiano, 91-97.

- Plasencia, R. L., Castañón , A. B., & Raz, A. G. (2011). La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 36-43.
- Sánchez Cordero, V., & Figueroa, F. (2007). La efectividad de las reservas de la biosfera en México para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación. 161-171.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recurso Naturales. (2013). Ecosistemas terrestres. En Informe de la situacon del medio ambiente en México (págs. 40-118). México: Secretaría deMedio Ambiente y Recurso Naturales.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Biodiversidad. En Informe de la situación del Medio Ambiente en México (págs. 156-190). México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Sepúlveda, C. (2002). Áreas privadas protegidas y territorio: la conectividad que falta. Revista Ambiente y Desarrollo, 119-124.
- Solís, R. M., & Salvatierra, B. I. (2012). Percepción social del cambio climático en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación en comunidades indígenas de Oaxaca y Chiapas. Revista Científica de Investigaciones Regionales, 29-53.
- Vázquez , S. T., Carvajal, C. H., & Aquino, A. Z. (2010). Areas naturales protegidas. Veracruz: Gobierno del Estado de Veracruz.
- Wunder, S. (2006). Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales. Indonesia: Centro Internacional de Investigación Forestal .
- Zaragoza, E. Q., Mac Swiney, M. G., & Hernández, S. B. (2015). La conservación de la biodiversidad en las tierras privadas de México. Ciencia y sociedad, 8-15.

XI. Anexos

Anexo 1 Homogenización del uso del suelo y vegetación

Descripción	Propuesta	Superficie
Acuícola	Acuícola	Vegetación transformada
Agricultura de humedad	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de humedad anual	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de humedad anual y semipermanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de humedad con erosión	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego anual	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego anual y permanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego anual y semipermanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego con erosión	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego eventual	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego permanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego plantación agrícola permanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego semipermanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de riego semipermanente y permanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de temporal	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de temporal anual	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de temporal anual y permanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de temporal anual y semipermanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de temporal con erosión	Agricultura	Vegetación transformada

Descripción	Propuesta	Superficie
Agricultura de temporal permanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de temporal plantación agrícola permanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de temporal semipermanente	Agricultura	Vegetación transformada
Agricultura de temporal semipermanente y permanente	Agricultura	Vegetación transformada
Áreas de riego suspendido	Agricultura	Vegetación transformada
Asentamientos humanos	Asentamientos humanos	Vegetación transformada
Bosque cultivado	Bosque cultivado	Vegetación transformada
Bosque cultivado plantación forestal	Bosque cultivado	Vegetación transformada
Bosque cultivado plantación forestal permanente	Bosque cultivado	Vegetación transformada
Bosque de cedro	Bosque de cedro	Vegetación primaria
Bosque de encino	Bosque de encino	Vegetación primaria
Bosque de encino con erosión	Vegetación secundaria de bosque de encino	Vegetación secundaria
Bosque de encino-pino	Bosque de encino-pino	Vegetación primaria
Bosque de galería	Bosque de galería	Vegetación primaria
Bosque de mezquite	Bosque de mezquite	Vegetación primaria
Bosque de oyamel	Bosque de oyamel	Vegetación primaria
Bosque de pino	Bosque de pino	Vegetación primaria
Bosque de pino con erosión	Vegetación secundaria de bosque de pino	Vegetación secundaria
Bosque de pino-encino	Bosque de pino-encino	Vegetación primaria
Bosque de pino-encino con erosión	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria
Bosque de táscate	Bosque de táscate	Vegetación primaria
Bosque de táscate con erosión	Vegetación secundaria de bosque táscate	Vegetación secundaria

Descripción	Propuesta	Superficie
Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña	Vegetación primaria
Chaparral	Chaparral	Vegetación primaria
Chaparral con erosión	Vegetación secundaria de chaparral	Vegetación secundaria
Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Vegetación primaria
Desprovisto de vegetación	Desprovisto de vegetación	Vegetación transformada
Desprovisto de vegetación con erosión	Desprovisto de vegetación	Vegetación transformada
Matorral crasicaule	Matorral crasicaule	Vegetación primaria
Matorral crasicaule con cardonal	Matorral crasicaule	Vegetación primaria
Matorral crasicaule con matorral inerme	Matorral crasicaule	Vegetación primaria
Matorral crasicaule con matorral subinerme	Matorral crasicaule	Vegetación primaria
Matorral crasicaule con nopalera	Matorral crasicaule	Vegetación primaria
Matorral crasicaule y cardonal con erosión	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	Vegetación secundaria
Matorral crasicaule y matorral inerme con erosión	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	Vegetación secundaria
Matorral crasicaule y matorral subinerme con erosión	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	Vegetación secundaria
Matorral desértico rosetófilo	Matorral desértico rosetófilo	Vegetación primaria
Matorral desértico rosetófilo con crasirosulifolios	Matorral desértico rosetófilo	Vegetación primaria
Matorral desértico rosetófilo con izotal	Matorral desértico rosetófilo	Vegetación primaria
Matorral desértico rosetófilo con matorral inerme	Matorral desértico rosetófilo	Vegetación primaria
Matorral desértico rosetófilo con matorral subinerme	Matorral desértico rosetófilo	Vegetación primaria
Matorral desértico rosetófilo y crasirosulifolios con erosión	Vegetación secundaria de matorral desértico rosetófilo	Vegetación secundaria
Matorral desértico rosetófilo y izotal con erosión	Vegetación secundaria de matorral desértico rosetófilo	Vegetación secundaria

Descripción	Propuesta	Superficie
Matorral desértico rosetófilo y matorral inerme con erosión	Vegetación secundaria de matorral desértico rosetófilo	Vegetación secundaria
Matorral desértico rosetófilo y matorral subinerme con erosión	Vegetación secundaria de matorral desértico rosetófilo	Vegetación secundaria
Matorral sarco-crasicaule con matorral inerme	Matorral crasicaule	Vegetación primaria
Matorral submontano	Matorral submontano	Vegetación primaria
Matorral submontano con matorral inerme	Matorral submontano	Vegetación primaria
Matorral submontano con matorral subinerme	Matorral submontano	Vegetación primaria
Matorral subtropical	Matorral subtropical	Vegetación primaria
Matorral subtropical con matorral inerme	Matorral subtropical	Vegetación primaria
Matorral subtropical con matorral subinerme	Matorral subtropical	Vegetación primaria
Mezquital	Mezquital	Vegetación primaria
Mezquital desértico	Mezquital	Vegetación primaria
Palmar con erosión	Vegetación secundaria de palmar	Vegetación secundaria
Palmar inducido	Palmar inducido	Vegetación transformada
Palmar natural	Palmar natural	Vegetación primaria
Pastizal cultivado	Pastizal cultivado o inducido	Vegetación transformada
Pastizal cultivado permanente	Pastizal cultivado o inducido	Vegetación transformada
Pastizal halófilo	Pastizal halófilo	Vegetación primaria
Pastizal halófilo con erosión	Vegetación secundaria de pastizal halófilo	Vegetación secundaria
Pastizal inducido	Pastizal cultivado o inducido	Vegetación transformada
Pastizal inducido con erosión	Pastizal cultivado o inducido	Vegetación transformada
Pastizal natural	Pastizal natural	Vegetación primaria

Descripción	Propuesta	Superficie
Pradera de alta montaña	Pradera de alta montaña	Vegetación primaria
Selva baja caducifolia	Selva baja caducifolia	Vegetación primaria
Selva baja caducifolia con erosión	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria
Selva baja caducifolia con matorral subinermes	Selva baja caducifolia	Vegetación primaria
Selva mediana subcaducifolia	Selva mediana subcaducifolia	Vegetación primaria
Sin vegetación aparente	Sin vegetación aparente	Vegetación transformada
Tular	Tular	Vegetación primaria
Vegetación halófila	Vegetación halófila	Vegetación primaria
Vegetación halófila hidrófila	Vegetación halófila	Vegetación primaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de cedro	Vegetación secundaria de bosque de cedro	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	Vegetación secundaria de bosque de encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino con erosión	Vegetación secundaria de bosque de encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	Vegetación secundaria de bosque de encino-pino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite	Vegetación secundaria de bosque de mezquite	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel	Vegetación secundaria de bosque de oyamel	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	Vegetación secundaria de bosque de pino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino con agricultura nomada	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque de táscate	Vegetación secundaria de bosque de táscate	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	Vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña	Vegetación secundaria

Descripción	Propuesta	Superficie
Vegetación secundaria arbórea de matorral crasicaule	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de matorral submontano	Vegetación secundaria de matorral submontano	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	Vegetación secundaria de selva alta perennifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia con agricultura nomada	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia con erosión	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque cultivado con plantación forestal y erosión	Vegetación secundaria de bosque cultivado	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	Vegetación secundaria de bosque de encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino con agricultura nomada	Vegetación secundaria de bosque de encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino con erosión	Vegetación secundaria de bosque de encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	Vegetación secundaria de bosque de encino-pino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino con agricultura nomada	Vegetación secundaria de bosque de encino-pino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	Vegetación secundaria de bosque de mezquite	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel	Vegetación secundaria de bosque de oyamel	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	Vegetación secundaria de bosque de pino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino con erosión	Vegetación secundaria de bosque de pino	Vegetación secundaria

Descripción	Propuesta	Superficie
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino con agricultura nomada	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino con erosión	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	Vegetación secundaria de bosque de táscate	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate con erosión	Vegetación secundaria de bosque de táscate	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	Vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de chaparral	Vegetación secundaria de chaparral	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de chaparral con erosión	Vegetación secundaria de chaparral	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule con erosión	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	Vegetación secundaria de matorral desértico rosetófilo	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo con erosión	Vegetación secundaria de matorral desértico rosetófilo	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de matorral submontano	Vegetación secundaria de matorral submontano	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de matorral submontano con erosión	Vegetación secundaria de matorral submontano	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	Vegetación secundaria de matorral subtropical	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital	Vegetación secundaria de mezquital	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital desértico	Vegetación secundaria de mezquital	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	Vegetación secundaria de mezquital	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	Vegetación secundaria de selva alta perennifolia	Vegetación secundaria

Descripción	Propuesta	Superficie
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con agricultura nomada	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con erosión	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino	Vegetación secundaria de bosque de encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino-pino	Vegetación secundaria de bosque de encino-pino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino	Vegetación secundaria de bosque de pino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino con erosión	Vegetación secundaria de bosque de pino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de bosque de táscate	Vegetación secundaria de bosque de táscate	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de bosque mesófilo de montaña	Vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de matorral crasicaule	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia	Vegetación secundaria de selva alta perennifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa caducifolia	Vegetación secundaria de selva baja espinosa caducifolia	Vegetación secundaria
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia	Vegetación secundaria de selva baja espinosa caducifolia	Vegetación secundaria
Zona urbana	Asentamientos humanos	Vegetación transformada

Anexo 2 Efectividad ecosistémica de la Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación	Área (ha)	Tasa de Cambio (ANP)	Tasa de Cambio (ZI)	Efectividad
Área de Preservación de la Naturaleza y Zona de Usos Múltiples para el Ecoturismo Kolijské	27.72	-1.55	-0.41	Efectiva
Área Natural Protegida al Final de la Senda	13.01	1.95	0.16	No efectiva
Área Natural Protegida Cuarta Fracción de Santa Clara El Corte	35.62	0.00	0.17	Efectiva
Área Natural Protegida del Bicentenario Conjunto Predial El Tecajete, Las Águilas y Santo Tomas	300.49	0.22	0.04	No efectiva
Área Natural Protegida del Bicentenario Conjunto Predial Segunda Fracción del Predio Denominado Rancho Nuevo, y El resto del Predio Denominado Tlacotla II	115.60	-0.02	0.24	Efectiva
Área Natural Protegida del Bicentenario El Pílon	237.47	0.55	0.19	No efectiva
Área Natural Protegida del Bicentenario Fracción Dos San Isidro Rancho Nuevo	172.62	0.32	0.21	No efectiva
Área Natural Protegida del Bicentenario Fracción Exhacienda Tlacotla, Lote Seis	39.53	0.00	0.21	Efectiva

Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación	Área (ha)	Tasa de Cambio (ANP)	Tasa de Cambio (ZI)	Efectividad
Área Natural Protegida del Bicentenario Fracción Uno de la Exhacienda de Tlacotla, Rancho El Pardo	92.12	0.05	0.24	Efectiva
Área Natural Protegida del Bicentenario Fracción Uno de San José El Manantial	37.85	0.00	0.19	Efectiva
Área Natural Protegida del Bicentenario Santa Clara El Corte	78.39	0.67	0.18	No efectiva
Área Natural Protegida Ejido El Rosario	1276.50	-2.12	-0.23	Efectiva
Área Natural Protegida Ejido Miguel Lira y Ortega Santuario de la Luciérnaga	284.45	0.29	0.17	No efectiva
Área Natural Protegida El Nacimiento	232.19	-0.04	0.14	Efectiva
Área Natural Protegida Fracción Cuatro de San José El Manantial	41.48	0.00	0.20	Efectiva
Área Natural Protegida Fracción Dos de San José El Manantial	40.87	0.00	0.19	Efectiva
Área Natural Protegida Fracción Exhacienda Tlacotla Lote Cuatro	37.07	0.00	0.23	Efectiva
Área Natural Protegida Fracción Número Cinco de San José El Mantial	38.95	0.00	0.20	Efectiva
Área Natural Protegida La Cruz	13.37	-0.27	0.18	Efectiva
Área Natural Protegida Loma de Enmedio y Tetzitzilica	28.37	0.09	0.10	Efectiva
Área Natural Protegida Lote Diez del Rancho de Cacaloapan	7.50	0.00	0.15	Efectiva

Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación	Área (ha)	Tasa de Cambio (ANP)	Tasa de Cambio (ZI)	Efectividad
Área Natural Protegida Primera Fracción de Santa Clara El Corte	33.18	0.09	0.16	Efectiva
Área Natural Protegida Primera Fracción, de la Fracción Dos del Predio Sin Construcción Denominado Ojo de Agua	13.81	1.39	0.08	No efectiva
Área Natural Protegida Santuario de La Luciérnaga	192.71	0.00	0.16	Efectiva
Área Natural Protegida Segunda Fracción de Santa Clara El Corte	32.77	0.00	0.17	Efectiva
Área Natural Protegida Tenexac	543.96	-0.07	0.03	Efectiva
Área Natural Protegida Tercera Fracción de Santa Clara El Corte	32.63	0.00	0.17	Efectiva
Bosque Mágico de Piedra Canteada, Santuario de La Luciérnaga, Área Natural Protegida	607.13	-0.03	0.18	Efectiva
Cacalotepec Fracción Primera y Fracción Segunda	20.49	-0.66	-0.24	Efectiva
Cerro de Los Manantiales	6063.0	0.00	-0.00	Efectiva Intermedia
El Campanario	26.40	0.00	0.21	Efectiva
Ozuma y Coahuloma	853.95	0.06	-0.14	No efectiva
Palos Caídos	33.95	-2.39	-0.09	Efectiva
Parque Ecológico de Iguala	123.99	-1.34	-0.08	Efectiva

Anexo 3 Efectividad ecosistémica en Áreas Naturales Protegidas Estatales.

Áreas Naturales Protegidas estatales	Área (ha)	Tasa de cambio (ANP)	Tasa de cambio (ZI)	Efectividad
<i>Alameda Poniente San José de la Pila</i>	177.59	0.00	-0.00	Efectiva intermedia
<i>Atizapan - Valle Escondido (Los Ciervos)</i>	308.79	0.08	0.11	Efectiva
<i>Barranca de Chapultepec</i>	19.97	0.00	0.23	Efectiva
<i>Barranca de Tecamachalco</i>	15.39	0.00	0.10	Efectiva
<i>Barranca México 68</i>	3.90	0.00	0.07	Efectiva
<i>Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (La Loma)</i>	10.59	0.00	0.16	Efectiva
<i>Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (La Pastora)</i>	85.80	1.22	0.15	No Efectiva
<i>Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (Río San Joaquín)</i>	22.52	0.00	0.12	Efectiva
<i>Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (Plan de la Zanja)</i>	17.22	0.00	0.14	Efectiva
<i>Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (Ampl. Santa Cruz)</i>	8.91	0.00	0.09	Efectiva
<i>Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (El Huizachal)</i>	31.93	0.00	0.13	Efectiva
<i>Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (Santa Cruz)</i>	11.08	0.00	0.13	Efectiva
<i>Bosque de Tlalpan</i>	251.78	-0.85	0.11	Efectiva
<i>Bosque El Hiloche (pol 1)</i>	54.61	0.25	0.30	Efectiva
<i>Bosque El Hiloche (pol 2)</i>	0.20	-3.23	0.31	Efectiva

Áreas Naturales Protegidas estatales	Área (ha)	Tasa de cambio (ANP)	Tasa de cambio (ZI)	Efectividad
<i>Bosque El Hiloche (pol 3)</i>	2.40	0.00	0.30	Efectiva
<i>Bosque El Hiloche (pol 4)</i>	44.40	-0.21	0.30	Efectiva
<i>Bosques de las Lomas</i>	30.99	0.00	0.14	Efectiva
<i>Centro Ceremonial Mazahua</i>	19.10	0.00	0.16	Efectiva
<i>Cerrito de la Independencia</i>	2.79	0.00	0.10	Efectiva
<i>Cerro Colorado</i>	121.19	0.49	0.06	No Efectiva
<i>Cerro Cuautenco</i>	365.34	-0.19	0.13	Efectiva
<i>Cerro Gordo</i>	3,051.95	0.39	0.07	No Efectiva
<i>Cerro La Paila - Matías Rodríguez</i>	24.30	2.11	0.22	No Efectiva
<i>Cerro La Paila-El Susto</i>	12.00	0.74	0.24	No Efectiva
<i>Cerros El Culiacán y La Gavia</i>	32,604.46	0.03	0.06	Efectiva
<i>Chapa de Mota</i>	5,824.75	0.08	0.19	Efectiva
<i>Cubitos</i>	90.45	0.89	0.16	No Efectiva
<i>Ecoguardas</i>	132.64	-1.79	0.11	Efectiva
<i>Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco</i>	2,518.84	-0.06	0.00	Efectiva
<i>El Llano</i>	241.39	-0.43	-0.08	Efectiva
<i>El Ocotal</i>	166.69	-0.18	0.04	Efectiva
<i>El Oso Bueno</i>	15,172.25	0.19	0.12	No Efectiva
<i>El Texcal</i>	415.51	1.00	0.18	No Efectiva
<i>Espíritu Santo (Cerro de Chiluca)</i>	234.20	0.10	0.23	Efectiva
<i>Grutas de la Estrella</i>	4.01	0.00	-0.00	Efectiva intermedia
<i>Hermenegildo Galeana</i>	336.06	0.08	0.05	No Efectiva

Áreas Naturales Protegidas estatales	Área (ha)	Tasa de cambio (ANP)	Tasa de cambio (ZI)	Efectividad
Ing. Gerardo Cruickshank García	809.03	3.18	0.16	No Efectiva
Isla de las Aves	195.35	-2.46	0.05	Efectiva
José María Velasco	3.58	0.00	0.01	Efectiva
La Armella	189.41	0.08	0.02	No Efectiva
La Cañada	4.85	-0.35	0.05	Efectiva
La Ciénega	42.81	0.00	0.03	Efectiva
La Mesa de Tzitzio	77.10	0.00	0.03	Efectiva
Las Estacas	652.18	-0.43	-0.04	Efectiva
Las Lajas - Cerro del Lobo	21.88	0.00	0.34	Efectiva
Lic. Isidro Fabela	2,864.29	-0.03	0.05	Efectiva
Los Sabinos - Santa Rosa - San Cristóbal (Río Cuautla)	186.31	0.00	0.12	Efectiva
Malpais de Santo Tomás de los Plátanos	144.20	1.82	0.17	No Efectiva
Metropolitano de Naucalpan	35.47	0.00	0.06	Efectiva
Monte Alto	622.11	0.33	0.02	No Efectiva
Nahuatlaca - Matlazinca	24,406.60	0.03	0.13	Efectiva
Parque Ecológico de la Ciudad de México	719.79	0.18	0.10	No Efectiva
Parque Ecológico Público Diego Muñoz Camargo	30.23	0.00	0.05	Efectiva
Parque Estado de México - Naucalli	52.42	0.00	0.02	Efectiva
Rancho Los Pitzocales o El Carmen	62.98	0.00	0.13	Efectiva
Rancho Teometitla	48.48	1.78	0.03	No Efectiva
Río Grande San Pedro	87,307.30	0.19	0.30	Efectiva

Áreas Naturales Protegidas estatales	Área (ha)	Tasa de cambio (ANP)	Tasa de cambio (ZI)	Efectividad
<i>San José Chalco</i>	16.95	0.00	0.00	Efectiva intermedia
<i>San Miguel Topilejo</i>	5,856.12	-0.35	-0.03	Efectiva
<i>San Nicolás Totolapan</i>	1,984.53	0.13	0.04	No Efectiva
<i>Santuario del Agua Laguna de Zumpango</i>	20,101.52	-0.02	0.07	Efectiva
<i>Santuario del Agua Lagunas de Xico</i>	1,556.57	-0.58	-0.01	Efectiva
<i>Santuario del Agua Manantiales de Tiacaque</i>	2,193.27	0.00	0.03	Efectiva
<i>Santuario del Agua Presa Brockman y Victoria</i>	1,564.61	0.08	-0.05	No Efectiva
<i>Santuario del Agua Presa Corral de Piedra</i>	3,380.98	0.19	0.13	No Efectiva
<i>Santuario del Agua Presa Ñado</i>	4,313.05	-0.18	0.16	Efectiva
<i>Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango</i>	71,022.34	0.05	0.12	Efectiva
<i>Santuario del Agua Valle de Bravo</i>	15,271.37	-0.03	0.19	Efectiva
<i>Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla - Ecatzingo</i>	9,074.65	0.09	-0.03	No Efectiva
<i>Santuario del Agua y Forestal Manantiales Cascada Diamantes</i>	7,054.99	0.04	0.10	Efectiva
<i>Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe</i>	1,796.88	-0.21	0.09	Efectiva
<i>Santuario del Agua y Forestal Presa Taxhimay</i>	8,256.69	0.16	0.33	Efectiva
<i>Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria</i>	46,529.30	0.01	0.09	Efectiva

Áreas Naturales Protegidas estatales	Área (ha)	Tasa de cambio (ANP)	Tasa de cambio (ZI)	Efectividad
Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila	53,490.12	0.12	0.17	Efectiva
Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate	11,540.93	0.12	0.20	Efectiva
Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya	25,211.06	0.44	0.30	No Efectiva
Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo	12,658.01	0.03	0.26	Efectiva
Sierra de Guadalupe	7,739.51	0.06	0.01	No Efectiva
Sierra de Guadalupe / La Armella	4.04	0.00	0.02	Efectiva
Sierra de Huautla	1,399.44	-0.06	-0.02	Efectiva
Sierra de los Agustinos	19,166.20	0.07	-0.08	No Efectiva
Sierra de Montenegro	7,321.21	-0.06	0.07	Efectiva
Sierra de Nanchititla	65,301.56	0.34	0.27	No Efectiva
Sierra de Santa Catarina I	527.90	0.01	0.03	Efectiva
Sierra de Santa Catarina II	220.57	0.07	0.05	No Efectiva
Sierra de Tepozotlán	9,285.87	0.11	0.11	No Efectiva
Sierra Hermosa	510.22	-0.13	-0.02	Efectiva
Sierra Morelos	1,194.04	0.33	-0.02	No Efectiva
Sierra Patlachique	3,098.53	0.19	0.04	No Efectiva
Sistema Tetzcotzingo	7,811.01	0.16	0.11	No Efectiva
Tehuacán - Zapotitlán	2,114.76	-0.03	0.19	Efectiva
Tenancingo - Malinalco - Zumpahuacan	33,264.37	0.13	0.05	No Efectiva

<i>Áreas Naturales Protegidas estatales</i>	Área (ha)	Tasa de cambio (ANP)	Tasa de cambio (ZI)	Efectividad
<i>Tercera Sección del Bosque de Chapultepec I</i>	158.13	0.00	0.10	Efectiva
<i>Tercera Sección del Bosque de Chapultepec II</i>	85.80	0.00	0.10	Efectiva
<i>Tiacaque</i>	6.75	0.00	0.01	Efectiva
<i>Tollocan - Calimaya (Zoológico de Zacango)</i>	160.94	0.00	0.04	Efectiva
<i>Zempoala - La Bufa "Otomí-Mexica"</i>	72,027.56	0.27	0.19	No Efectiva

Anexo 4 Efectividad ecosistémica de la Áreas Naturales Protegidas Federales

Área Natural Protegida Federal	Área (ha)	Tasa de Cambio (ANP)	Tasa de Cambio (B)	Efectividad
<i>Barranca de Metztitlán</i>	35,745.13	0.41	0.19	No efectiva
<i>Bosencheve</i>	14,599.00	0.29	0.04	No efectiva
<i>Cañón del Río Blanco</i>	344.51	0.06	0.13	Efectiva
<i>Cerro de Garnica</i>	978.34	0.05	0.00	No efectiva
<i>Cerro de La Estrella</i>	1,183.33	0.00	-0.05	Efectiva intermedia
<i>Ciénegas del Lerma</i>	3,023.78	0.31	0.15	No efectiva
<i>Corredor Biológico Chichinautzin</i>	37,302.18	0.11	0.06	No efectiva
<i>Cumbres del Ajusco</i>	501.39	2.41	-0.03	No efectiva
<i>Desierto de los Leones</i>	1,523.94	0.05	0.15	Efectiva
<i>Desierto del Carmen o de Nixcongo</i>	474.90	0.00	0.08	Efectiva
<i>El Chico</i>	2,739.70	-0.18	0.44	Efectiva
<i>El Cimatario</i>	451.08	0.27	0.28	Efectiva
<i>El Histórico Coyoacán</i>	39.77	0.00	0.06	Efectiva
<i>El Tepeyac</i>	249.45	0.00	-0.08	Efectiva intermedia
<i>El Tepozteco</i>	23,258.56	0.10	0.07	No efectiva
<i>Fuentes Brotantes de Tlalpan</i>	22.03	0.02	0.06	Efectiva
<i>Grutas de Cacahuamilpa</i>	1,598.27	0.20	-0.06	No efectiva
<i>Insurgente José María Morelos</i>	5,659.38	0.00	0.05	Efectiva
<i>Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla</i>	1,889.97	0.00	0.04	Efectiva
<i>Iztaccíhuatl-Popocatepetl</i>	39,819.09	0.01	0.08	Efectiva
<i>La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl</i>	46,112.24	0.16	0.07	No efectiva
<i>Lagunas de Zempoala</i>	4,555.55	-0.02	0.00	Efectiva
<i>Lomas de Padierna</i>	1,161.20	0.11	0.15	Efectiva
<i>Los Remedios</i>	400.16	0.00	0.09	Efectiva
<i>Mariposa Monarca</i>	56,256.87	0.01	0.10	Efectiva
<i>Molino de Flores Netzahualcóyotl</i>	49.27	0.00	0.07	Efectiva
<i>Nevado de Toluca</i>	53,589.88	0.15	0.06	No efectiva
<i>Pico de Orizaba</i>	643.31	0.09	0.05	No efectiva
<i>Rayón</i>	25.66	0.04	-0.09	No efectiva
<i>Sacromonte</i>	45.30	2.39	0.29	No efectiva

Área Natural Protegida Federal	Área (ha)	Tasa de Cambio (ANP)	Tasa de Cambio (B)	Efectividad
<i>Sierra de Huautla</i>	59,030.90	-0.04	0.03	Efectiva
<i>Tehuacán-Cuicatlán</i>	119,364.85	0.24	0.14	No efectiva
<i>Tula</i>	106.46	2.48	0.51	No efectiva
<i>Xicoténcatl</i>	653.62	0.01	0.03	Efectiva
<i>Z.P.F.T.C.C. de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec</i>	140,234.43	0.12	0.10	No efectiva
<i>Z.P.F.V. la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa</i>	42,129.35	-0.07	0.00	Efectiva