



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN URBANISMO

**IMPLICACIONES DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS SOBRE LOS SERVICIOS
AMBIENTALES DEL SUELO DE CONSERVACION EN LA ALCALDÍA DE
XOCHMILCO, DEL AÑO 2000 AL AÑO 2015**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN URBANISMO**

PRESENTA

MEREGUILDO TOLEDO ESTEBAN

TUTOR:

**DR. JORGE FERNANDO CERVANTES BORJA
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM**

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

**DRA. ESTHER MAYA PÉREZ
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM**
**DR. EDUARDO MAURILIO RAMÍREZ FABELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM**
**DR. FERNANDO PALMA GALVÁN
FACULTAD DE ECONOMÍA FES ARAGÓN**
**DR. VÍCTOR CHÁVEZ OCAMPO
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM**

Ciudad de México. Junio de 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A RIESGO DE OMITIR INVOLUNTARIAMENTE ALGUNA DE LAS
INSTITUCIONES O SUS ÁREAS, ASÍ COMO PERSONAS QUE
YA DIRECTA O INDIRECTAMENTE CONTRIBUYERON
PARA LA REALIZACIÓN DE ÉSTA INVETIGACIÓN,
HAGO LOS SIGUIENTES AGRADECIMIENTOS:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN URBANISMO
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA METROPOLITANA, UNIDAD XOCHIMILCO
DIRECCIÓN GENERAL DE LA COMISIÓN DE RECURSOS NATURALES
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO
DR. JORGE FERNANDO CERVANTES BORJA
DRA. ESTHER MAYA PÉREZ
DR. EDUARDO MAURILIO RAMÍREZ FABELA
DR. FERNANDO PALMA GALVÁN
MTRO. VÍCTOR CHÁVEZ OCAMPO

DEDICATORIA

A MIS PADRES, HERMANOS, HIJOS Y MAYTTE
GRACIAS POR SU APOYO INCONDICIONAL

A MI DIRECTOR DE TESIS Y SINODALES DEL JURADO
GRACIAS POR CREER EN MÍ

AL DR. ALBERTO GONZÁLEZ POZO
AGRADEZCO SOBREMNERA SUS ACERTADOS COMENTARIOS

A MIS AMIGOS COLEGAS:
MTRA. VERÓNICA BLAS ANDÓN
MTRO. CARLOS EDUARDO ARRIAGA TELLES
MTRO. JOSÉ GABRIEL CASTRO GARZA
METRO. BENIGNO ÁNGELES ESCAMILLA
MTRO. FERNANDO ROBERTO CHIAPA SÁNCHEZ
MTRA. GRACIELA BELEM SORIANO ESPINOSA
LIC. HERMILO SORIA ORTEGA

GRACIS POR SUS REFLEXIONES Y CRÍTICAS CONSTRUCTIVAS

Y DEMAS, AMIGOS, CONOCIDOS, CIENTÍFICOS, ESTUDIANTES E INSTANCIAS
CON COMPETENCIAS, Y QUE PARTICIPAN ACTIVAMENTE EN EL ANÁLISIS,
OBSERVANCIA Y SALVAGUARDA DEL LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS
QUE SE GENERAN EN EL SUELO DE CONSERVACIÓN DE XOCHIMILCO.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	3
RELACIÓN DE FIGURAS	5
RELACIÓN DE TABLAS	5
RELACIÓN DE MAPAS	5
INTRODUCCIÓN	6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1. Ubicación del problema en lo social, económico, político y territorial	9
1.2. Factores que intervienen el (o en el) problema de estudio	10
1.3. Impactos del estudio en lo social, económico, político y territorial	11
1.4. Justificación del tema	12
1.5. Metas y productos	14
1.6. Premisas conductoras de la investigación	14
1.7. Objeto de estudio “Cambios socio-territoriales en Xochimilco”	15
1.8. Sujeto de estudio “Implicaciones de las actividades humanas”	15
1.8.1. Objetivos generales	15
1.8.2. Objetivos particulares	15
2. MARCO METODOLÓGICO	16
2.1. Definición de los métodos de investigación	16
2.2. Estrategia (s) de la investigación	16
2.3. Técnica (s) de la investigación	16
3. MARCO DE REFERENCIA	17
3.1. Antecedentes generales del cambio climático	17
3.2. Implicaciones del cambio climático en los servicios ambientales	20
3.3. Normatividad en la CDMX para el suelo de conservación en Xochimilco	24
3.4. Estado de los servicios ambientales en el suelo de conservación, CDMX	30
3.5. Contextualización geográfica y ambiental de Xochimilco	34
3.6. Los servicios ambientales en el suelo de conservación de Xochimilco	35
4. RESULTADOS	38
4.1. Principales hallazgos	38
4.2. Análisis de impacto del servicio ambiental “agua”	49
4.3. Algunas consideraciones finales	51
GROSARIO DE CONCEPTOS	55
FUENTES DE INFORMACIÓN	58

RELACIÓN DE FIGURAS

- Figura A.** Crecimiento de la Ciudad de México en 1910
- Figura B.** Crecimiento de la Ciudad de México en 1930
- Figura C.** Crecimiento de la Ciudad de México en 1950
- Figura D.** Crecimiento de la Ciudad de México en 1970
- Figura E.** Dinámica territorial en Xochimilco. Suelo Urbanizado vs Suelo de Conservación
- Figura F.** Desglose por año de los cambios en el Suelo de Conservación de Xochimilco
- Figura G.** Ocupación de AHI por año en zona Agroecológica
- Figura H.** Ocupación de AHI por año en zona Agroforestal
- Figura I.** Ocupación de AHI por año en zona Forestal de protección
- Figura J.** Ocupación de AHI por año en zona Forestal de conservación
- Figura K.** Ocupación de AHI por año del Área Natural Protegida en Xochimilco
- Figura L.** Ocupación de AHI por año en zona de Poblados rurales
- Figura M.** Ocupación de AHI en zonas de Equipamiento rural
- Figura N.** Ocupación de AHI en zonas de Programas parciales

RELACIÓN DE TABLAS

- Tabla I.** Pueblos originarios existentes en Xochimilco
- Tabla II.** Usos del suelo del 2000 al 2015 con el inevitable impacto a los servicios ambientales
- Tabla II.** Desglose de superficies impactadas del Suelo de Conservación del año 2000 al 2015

RELACIÓN DE MAPAS

- Mapa 1.** Localización y zonificación general de la alcaldía de Xochimilco
- Mapa 2.** Zonificación del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco 2005
- Mapa 3.** Zonificación normativa del Programa General de Ordenamiento Ecológico 2000
- Mapa 4.** Suelo de conservación y servicios ambientales a nivel de la Ciudad de México
- Mapa 5.** Expansión de la mancha urbana en la hoy Ciudad de México en 1970
- Mapa 6.** Expansión de la mancha urbana en la hoy Ciudad de México en 1999
- Mapa 7.** Aspectos relevantes relacionados al medio ambiente de Xochimilco
- Mapa 8.** Causas y tendencias de la afectación de los servicios ambientales en Xochimilco
- Mapa 9.** Zonificación normativa para el suelo de conservación, según el PGOE-DF 2000
- Mapa 10.** Impactos al Suelo de Conservación por Asentamientos Humanos Irregulares, 2005
- Mapa 11.** Impactos al Suelo de Conservación por Asentamientos Humanos Irregulares, 2009
- Mapa 12.** Impactos al Suelo de Conservación por Asentamientos Humanos Irregulares, 2012
- Mapa 13.** Impactos al Suelo de Conservación por Asentamientos Humanos Irregulares, 2015
- Mapa 14.** Representación Hidrológica de Xochimilco

INTRODUCCIÓN

En la investigación se describe de manera general el calentamiento global, su expresión y definición como cambio climático cuyo efecto aparece sobre los áreas de vegetación expandiéndose hacia los contextos urbanos afectando a la sociedad; se complementa con alcances descriptivos y analíticos de la estimación de deterioros o degradación de los servicios ambientales, y se añade que para revertir la situación que prevalece sobre las áreas verdes de importancia socioambiental y/o ecológica, depende en gran medida de las intervenciones sociales conjuntamente con los gobiernos en su distinta escala, reconociendo que la manifestación de éstos fenómenos son de alcance mundial.

Se parte de que el cambio climático se da por fenómenos generalmente continuos e intrínsecos a la dinámica y evolución de nuestro planeta Tierra, eventualmente por fenómenos astronómicos, o por glaciaciones, erupciones volcánicas, modificaciones en el movimiento del eje central de rotación de la tierra, etc. Sin embargo, en la actualidad su intensidad y aceleración se le atribuye a las actividades antropogénicas, aun cuando es una consecuencia de la dinámica de los fenómenos que fluctúan derivado de las características biogeoquímicas de éste planeta.

Al ser caracterizado como fenómeno antropogénico resultado de la emisión de gases de efecto invernadero por las múltiples fuentes que consumen energía que proviene de los combustibles fósiles, influye notablemente en los desastres hídricos, de vegetación, de suelo, etc., a los que se expone el planeta, incluyendo al territorio nacional y al Valle de México (Pozo *et al.*, 2018).

Finalmente, el efecto del cambio climático aunado al de las actividades humanas incrementan el impacto a los servicios ambientales que emanan de los sistemas forestales, así como el valor histórico, patrimonial y escénico que representa el SC de Xochimilco, particularmente sobre el suelo, principal soporte de éstos servicios ecosistémicos, las áreas verdes y la biodiversidad.

En este sentido, en el **Capítulo 1** referido al planteamiento del problema se revisa el eje de la investigación y se establecen los factores que en el intervienen desde la dimensión social, económica política y territorial, de igual forma los impactos; se justifica el tema estableciendo metas y productos, así como sus objetivos en el marco de premisas conductoras para ese fin.

En el **Capítulo 2** referido al marco metodológico se definen los métodos, estrategias y técnicas de la investigación, se hace énfasis en el uso de los métodos cuantitativos y la generación de mapas temáticos, resultado de las evaluaciones en cuanto a pérdidas de suelo de conservación por la influencia de Asentamientos Humanos Irregulares y ganancias de suelo urbano en cremento de las áreas verdes de la demarcación.

Aunque las variables a considerar tienen que ver con las especificidades del tiempo-espacio del territorio a valorar, en general devienen de las características territorial, ambientales, socioeconómicas y políticas del lugar de intervención

Respecto al **Capítulo 3** dedicado al marco referencial, bajo el ámbito del estado del arte se revisan los siguientes tópicos de importancia: Antecedentes generales del cambio climático; sus Implicaciones sobre los Servicios Ambientales; Normatividad aplicable en la CDMX respecto al Suelo de Conservación de Xochimilco; Estado de los Servicios ambientales en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México; Contextualización geográfica y ambiental de Xochimilco y Situación de los Servicios Ambientales en el Suelo de Conservación de la misma entidad.

En cuanto al **Capítulo 4** asignado para los resultados, se plasman los principales hallazgos y algunas consideraciones finales; por un lado, se relatan y reflexionan los resultados obtenidos relacionado a los impactos que generan los Asentamientos Humanos Irregulares, y por otro, se ejemplifica en términos cuantitativos el impacto sobre un bien de importancia socioambiental (producción de agua) generado en el suelo de conservación analizado. Se culmina con las consideraciones a manera de conclusiones que pueden ser la base para estudios posteriores.

Finalmente, por un lado se incluye un glosario de conceptos con fin de ofrecer claridad sobre la línea de investigación utilizada, por otro, se expresan las fuentes de información bajo las normas internacionales desarrolladas por la Asociación Americana de Psicología, APA por sus siglas en inglés, y se incluye un anexo con el tamaño original de los mapas de mayor relevancia, no obstante que desde el principio y hasta el final de la tesis se incorporan y detallan en lo posible los elementos del proceso metodológico que requiere todo trabajo de investigación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se considera al calentamiento global, adicional a los efectos naturales de la dinámica y evolución de procesos que interactúan y a su vez fluctúan derivados de las características biogeoquímicas de la tierra, como la mayor implicación moderna de las actividades humanas sobre el medio ambiente a distinta escala.

En éste sentido, su expresión y definición como cambio climático, cuyo efecto se amplía hacia los contextos urbanos por la sociedad, así como los alcances analíticos que, para su estimación y restablecimiento, dependen en gran medida de las intervenciones que conjuntamente las sociedades con los gobiernos desplieguen sobre las superficies de vegetación de importancia socioambiental y/o ecológica.

De manera que el cuidado, conservación, rescate, recuperación, rehabilitación, preservación, etc., de las capas de vegetación existentes en el suelo de conservación en la actual alcaldía de Xochimilco resultan de gran valía por los servicios ambientales que proveen a la sociedad, adicional, a las prerrogativas que le confiere la ley en cuanto derechos sociales universales, como el de la salud, al agua, etc., que involucra el derecho a un medio ambiente saludable.

Sólo así, salvaguardando y mejorando las estructuras de los mosaicos de vegetación en que se generan, desarrollan y emanan los servicios ecosistémicos, tales como recarga del acuífero de la Zona Metropolitana del Valle de México, recursos forestales, biodiversidad, suelos orgánicos, regulación del clima, resumideros de carbono, producción de agua, producción de oxígeno, de imagen escénica, etc., se garantizan derechos universalmente reconocidos que devienen de un medio ambiente sano y a su vez confieren calidad de vida a la sociedad Xochimilca y por añadidura a la de la Ciudad de México.

Por tal motivo resulta imprescindible la evaluación y/o cuantificación de lo que se tiene, lo que se ha perdido, así como su proyección, en cuanto a suelo de conservación, considerando los Asentamientos Humanos Irregulares como el principal elemento de afectación o de impacto en el entendido que si se conservan los ecosistemas que en aquel interactúan y se desarrollan, se resguardan la estructura que permite el desarrollo de aquellos servicios ecosistémicos.

1.1. Ubicación del problema en lo social, económico, político y territorial

Un fenómeno perturbador en las áreas verdes como la ocupación del suelo por asentamientos humanos y sus actividades generan una serie de problemas territoriales como ambientales, los cuales por un lado tienen una micro-participación en el Calentamiento Global y por otro tienen un efecto que impacta la calidad de vida de la sociedad que habita en la alcaldía de Xochimilco y su área circunvecina, así como al medio ambiente por la afectación de los Servicios Ambientales que sus áreas verdes y el espacio donde se establecen proveen.

El impacto del Calentamiento Global referido a la afectación de los servicios ambientales que proveen las extensiones de áreas verdes, repercute en el ámbito económico de la sociedad en la medida que tienen valor los servicios ambientales vinculados a éstas capas de vegetación, sus espacios, las especies de flora y fauna, y las de estatus de cuidado especial, de igual forma en los materiales de los áreas urbanas formales o informales conocidos como Asentamientos Humanos Irregulares, finalmente por el valor económico de los deterioros estructurales.

De acuerdo a las características territoriales de Xochimilco y por la ubicación de sus espacios en que se da el impacto a los servicios ambientales, la actuación política es diferida, ya que mientras ocurran en zonas representativas y sean evidentes representan mayor preocupación social que se traduce en llamadas telefónicas de alarma a las autoridades involucradas a fin de que se intervenga, situación contraria si se manifiestan en zonas poco visibles para la sociedad, aun cuando representen similar incluso mayor deterioro o degradación de los mismos.

Las áreas verdes reconocidas como Suelo de Conservación en la alcaldía de Xochimilco, son espacios donde se desarrollan y coexisten múltiples ecosistemas y/o nichos biológicos, el interés socio-ambiental que esto representa radica en que constituyen, por un lado, la riqueza en términos biológicos y biodiversos de una región particular como Xochimilco.

Y por otro, en termino de los servicios ambientales que se producen para el bienestar social, lo cual se respalda normativamente mediante el derecho de toda persona a un medio ambiente sano. Para ello se requiere la conservación y el cuidado de los recursos naturales, ante lo cual se considera la evaluación de las pérdidas de estas extensiones de importancia ambiental, así como las repercusiones sobre los servicios ambientales que en ellas se desarrollan.

1.2. Factores que intervienen el (o en el) problema de estudio

En la pérdida o degradación de los Servicios Ambientales que dota el Suelo de Conservación de Xochimilco subyacen aspectos sociales, territoriales y ambientales de distinta dimensión y escala, así mismo, de participación diferida según el ámbito de validez que se utilice para identificarlos, operacionalizarlos y evaluarlos, adicional al proceso estadístico y manejo de datos en sistemas de información geográfica, generándose una mejor estimación y explicación.

a) En materia social

Implica procesos que revelan la participación colectiva de la sociedad civil en su conjunto, generalmente inducidos por programas de gobierno locales o regionales como los “programas de prevención y combate de incendios forestales en Suelo de Conservación, el de reforestación, el hoy no circula, los de cuidado y conservación de los recursos vía componentes: suelo, agua y estímulo a la producción, etc.” mismos que dan cuenta del estado de involucramiento o de cierto nivel de conciencia social respecto al cuidado del ambiente.

b) En materia económica

El ejercicio presupuestal en las áreas de gobierno asociado a un enfoque transparente, resulta en una mejor intervención a fin de que los recursos humanos que participan en el pronóstico, evaluación, prevención o mitigación de la degradación o pérdida de los servicios ambientales se traduzca en un mejor desempeño del cuidado y conservación del medio ambiente.

Así mismo, evaluar el costo de los servicios ambientales susceptibles de afectación, supondría saber el alcance de los daños en escala monetaria según donde ocurra la pérdida o afectación de los servicios, sea reserva ecológica, área natural protegida, reservorio de flora o fauna con estatus de protección o en peligro de extinción, u otros ecosistemas de importancia ambiental.

c) En materia política

Se considera la normatividad que establece el qué, cómo, cuándo y dónde se deben hacer las intervenciones relacionadas a la conservación o cuidados de los servicios ambientales; pero en caso de políticas deficientes respaldar y mejorar las existentes a fin de tener un panorama más claro del seguimiento y tratamiento de los servicios ambientales, al menos para Xochimilco.

d) En materia territorial

Recae en el potencial de susceptibilidad de las áreas verdes a padecer pérdida o degradación de servicios ambientales, toda vez que se trata de extensiones con cubierta vegetal etiquetadas administrativamente como suelo de conservación de Xochimilco por el Programa General de Ordenamiento Ecológico y Suelo de Conservación Ecológica por el Programa de Desarrollo Urbano de Xochimilco, a ello se agregan sus características geográficas y climatológicas que confieren particularidades en el tipo de servicios ambientales que proveen estas extensiones.

1.3. Impactos del estudio en lo social, económico, político y territorial

El estudio trascenderá socio-territorial y geopolíticamente al modelar el proceso de evaluación de las pérdidas y daños de los servicios ambientales a fin de prevenir su continua degradación.

a) En la dimensión social

Se orienta a contribuir en un desarrollo social más justo, equitativo e igualitario, basado en la congruencia entre la evaluación de las pérdidas o degradación de los servicios ambientales en Xochimilco y las acciones de prevención, recuperación o mitigación que se le administren con el fin de disminuirle los daños y/o afectaciones en todo lo posible, contribuyendo al cuidado de los recursos naturales y el derecho a un medio ambiente sano para la sociedad.

b) En la dimensión económica

Mostrará las características y montos de afectación de los servicios ambientales que emanan de los ecosistemas existentes, así mismo, arrojará elementos de predicción de impacto en los servicios ambientales traducibles a costo, a fin de fortalecer las bases para el establecimiento de un modelo explicativo con aplicación social para las instancias que tengan competencias.

c) En la dimensión política

Contribuirá, complementará y respaldará las políticas de planeación, ordenación y gestión del territorio en materia de salvaguarda y conservación de los recursos naturales, que tiene que ver con el cuidado de determinados ecosistemas por su importancia socioambiental en términos de generación de servicios ambientales.

d) En la dimensión territorial

Permitirá concretar intervenciones de desarrollo y ordenación territorial, donde la promoción conjuntamente con los alcances del modelo de evaluación de pérdidas y deterioros de servicios ambientales, contribuirá en la salvaguarda de las extensiones territoriales con riesgo a padecer impactos, con el fin de que estas áreas, a pesar de que sean contiguas a la zona urbana, funjan como espacios de oportunidad para concretar un ambiente sano libre de peligros y conservar la riqueza biológica que en muchos casos contienen.

1.4. Justificación del tema

La información relativa a los impactos en los servicios ambientales que provienen de las áreas verdes en Xochimilco, adicionalmente a las características socioeconómicas de sus habitantes configuran el estado que guardan dichos espacios de importancia ambiental, a ello se asocian los atributos urbanos relativos a infraestructura, equipamiento y servicios, que también tienen que ver con el deterioro y degradación de dichos servicios del ambiente.

Proponer un método de evaluación y análisis para el territorio en materia servicios ambientales coadyuva a la gestión y el ordenamiento ecológico del territorio; considerar aspectos que vayan más allá del simple establecimiento de etiquetas o zonificación puede trascender el carácter restrictivo que tradicionalmente se tiene en la gestión o manejo del suelo de conservación respecto a los propietarios, dueños, poseedores o quienes usufructúan el territorio, el fin sería que estos sean los más interesados es salvaguardar estos espacios por los servicios ambientales que proveen.

No se conciben los cambios territoriales sin el papel histórico que han jugado las comunidades o grupos sociales, de manera que en cualquier modificación, transformación o dinámica que se requiera operar o establecer sobre la importancia ambiental de las áreas verdes sin considerar a los grupos sociales, será imposible su concreción o letra muerta en las normas o reglamentos.

La protección del medio ambiente mediante, la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales ya confiere la posibilidad de que los actores sociales tengan alternativas con distintos puntos de partida para intervenir o gestionar procesos territoriales acorde a sus intereses, sin comprometer los aspectos medulares del ordenamiento ecológico del territorio.

En este sentido, la protección del medio ambiente por los servicios ambientales que representa va más allá del simple carácter intocable de los ecosistemas o del establecimiento de acciones de conservación que no necesariamente conservan, y si remite a considerar el tratamiento que deben de tener los ecosistemas por el estatus de la biota o sus elementos compositivos como el suelo que son determinantes para generar servicios ambientales, incluyendo a la sociedad.

Por otro lado, respecto al cuidado de los servicios ambientales se asume en principio que las consideraciones del ordenamiento ecológico reconocen la importancia de las dinámicas ecosistémicas y se alude entonces al aspecto cambiante de las capas de vegetación en virtud que hay procesos de sucesión, regeneración y sobre todo de modificación, en donde la sociedad juega un papel trascendental, si no es que el más importante, por ello se requiere instaurar acciones congruentes en los tres órdenes de gobierno para el cuidado de dichos servicios ambientales.

Respecto a la salvaguardia de los servicios ambientales de los variados ecosistemas, supone establecer políticas, estrategias y proyectos desglosables en programas específicos, tal que el cuidado ambiental sea compatible con un aprovechamiento del terreno y a su vez asequible por los actores principales. Lo anterior implica evaluar éstas transformaciones territoriales y reconocer que aparte de las categorías de manejo de los recursos naturales actúan categorías urbanísticas relativas a los usos y destinos del suelo, a pesar de que se trate de suelo ecológico.

La investigación busca generar información compatible con el programa general de desarrollo urbano de la ciudad, con el programa de desarrollo urbano de Xochimilco, a su vez potenciar el ordenamiento ecológico del territorio y ser partícipe en la toma de decisiones, a fin de que promueva y ordene las actividades productivas, organice los asentamientos humanos y surja desarrollo socioeconómico, bajo el esquema de apropiación del territorio por parte de las comunidades y grupos sociales quedando implícito el cuidado de los servicios ambientales.

De manera que considerar en el análisis características inherentes a la salvaguardia de los servicios ambientales del Suelo de Conservación en Xochimilco, a las transformaciones del territorio y los aspectos sociales más relevantes vinculados a la preservación medioambiental. Posibilita concretar evaluaciones de impacto en el medio ambiente del SC de Xochimilco y equivale a generar bases sólidas para proponer intervenciones de preservación, rehabilitación, recuperación y mitigación de los servicios ambientales existentes en la zona.

1.5. Metas y productos

- Determinar con base en metodologías y técnicas estadísticas asociadas a sistemas de información geográfica, los riesgos derivados de la pérdida de servicios ambientales en Xochimilco y obtener mapas temáticos relacionados.
- Propuesta técnica y metodológica, sobre la integración de una base de datos alimentada con datos de múltiples fuentes relativos a evaluaciones de los usos y destinos del suelo, así como cambios que han ocurrido en las capas de vegetación.
- Propuesta de aplicación práctica de un modelo de evaluación y cuidado ambiental desarrollado para salvaguardar los servicios ambientales que provee el suelo de conservación de Xochimilco a fin de evitar su continua degradación y deterioro.
- Integrar tesis de posgrado en urbanismo a fin de postular graduación de Maestro en Urbanismo y configurar un artículo publicable en revista arbitrada.

1.6. Premisas conductoras de la investigación

El deterioro y degradación de los servicios ambientales que ofrece el suelo de conservación de Xochimilco se produce por la interconfluencia de múltiples factores en función del grado de desarrollo social, de la conciencia ambiental y los tipos de urbanización que lo envuelven, donde el componente general que lo determina son las actividades humanas que participan con distinta intensidad, magnitud y escala reflejado en las extensiones territoriales de la entidad.

En este sentido, se considera a las actividades antropogénicas como determinantes de las transformaciones territoriales urbanizadoras en detrimento de las áreas verdes, cuyos efectos se expresan como un desajuste de los servicios ambientales que éstas extensiones territoriales proveen en materia de clima, de producción de suelo orgánico, de reciclaje de compuestos orgánicos, de recursos forestales, de producción de agua, de imagen escénica, de reservorios de biodiversidad, de suelo abierto disponible, etc.

La evaluación de los servicios ambientales que aun ofrece el suelo de conservación de la alcaldía de Xochimilco nos permite conocer el grado de desarrollo y conciencia ambiental de la sociedad Xochimilca, su riesgo y vulnerabilidad ante la carencia de servicios ambientales, así como el estado de resiliencia de estas extensiones territoriales de importancia ambiental.

1.7. Objeto de estudio “Cambios socio-territoriales en Xochimilco”

Análisis de los impactos en los servicios ambientales que provee la superficie de vegetación de la alcaldía Xochimilco, considerando las actividades humanas, cambios de los usos y destinos del suelo, las características urbano-territoriales que prevalecen en el suelo de conservación, así como sus efectos en las pérdidas de resiliencias naturales, físicas y medioambientales de importancia para la estabilidad de los asentamientos humanos urbanos y rururbanos.

1.8. Sujeto de estudio “Implicaciones de las actividades humanas”

Se considera que las actividades humanas como determinantes de los impactos en los servicios ambientales, sus efectos se manifiestan como desastres reales y/o potenciales, como pérdida de producción de agua, de suelo orgánico (escenario de reciclaje de compuestos orgánicos), de recursos forestales, regulación del clima, sumideros de carbono, producción de oxígeno, degradación del paisaje, de la biodiversidad, de suelo abierto disponible, etc.

1.8.1. Objetivos generales

- Determinar los efectos de la proliferación de Asentamientos Humanos Irregulares que incluye actividades humanas urbanas regulares e irregulares, agropecuarias forestales, rururbanas y recreativas, en el Suelo de Conservación de Xochimilco, mismos que generan peligros y amenazas que vulneran y determinan las resiliencias de la alcaldía.
- Incorporar en la configuración del modelo de evaluación referido, la expresión en sus múltiples representaciones del cambio climático sobre el territorio, a fin de explicar las tendencias del impacto sobre los servicios ambientales vinculados con el calentamiento global y la afectación final de la calidad de vida de la sociedad.

1.8.2. Objetivos particulares

- Evaluar el impacto de las actividades humanas en los servicios ambientales a través de los cambios de usos del suelo en el área ecológica de Xochimilco del año 2000 al 2015.
- Asociar al modelo de evaluación referido las implicaciones del cambio climático que participan en la incidencia de impactos sobre los servicios ambientales en Xochimilco
- Evaluar las pérdidas de los servicios ambiental y hacer un balance para ver tendencias.

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Definición de los métodos de investigación

Consistió en identificar variables explicativas del fenómeno de investigación mediante:

- I. **Planteamiento de variables a priori relacionadas con los objetivos del estudio**
- II. **Objetivación operacional de los planteamientos conceptuales como variables**
- III. **Desarrollo estadístico de las variables definidas** (Tablas y Gráficas)

Esto con el fin de tener claridad de las variables, indicadores o referentes empíricos relativos a la manifestación de los impactos ambientales. A este efecto, por un lado, se consideró la superficie de los múltiples ecosistemas existentes establecidos en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal del (PGOE-DF) del año 2000, por otro lado, la superficie de afectación en hectáreas por Asentamientos Humanos Irregulares (AHI) presentes en el Suelo de Conservación (SC) de Xochimilco de los años 2005, 2009, 2012 y 2015.

2.2. Estrategia (s) de la investigación

Los análisis y determinaciones de los impactos se realizaron con métodos y técnicas de (SIG) del programa computacional Sistema de Información Geográfica ArcMap versión 10.4, dicha información se actualizó y desglosó de forma diferida, así mismo, se integró en bases de excel para su posterior tratamiento.

2.3. Técnica (s) de la investigación

Con los datos en excel se hicieron gráficas y con los alfanuméricos integrados en la plataforma ArcMap se generaron mapas temáticos de los ecosistemas, de acuerdo al PGOEDF 2000, así mismo, se conjuntaron con los Asentamientos Humanos Irregulares en los años de análisis. La escala de trabajo es de 1: 25,000 y la de representación cartográfica 1: 50,000 siendo que sólo para la integración física del documento, del séptimo mapa al décimo quinto por su relevancia son a doble carta en vertical y se incluyen en el anexo, y para el formato electrónico de la tesis se ajustaron como se observan en el interior de documento al tamaño carta de la impresión.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Antecedentes generales del cambio climático¹

El cambio climático natural ocurre por fenómenos continuos e intrínsecos a la evolución de la Tierra, eventualmente se ha dado por glaciaciones, erupciones volcánicas, cambio en los parámetros orbitales del planeta, tales como excentricidad, oblicuidad y movimiento del eje central de rotación de la tierra (Flores, 2014), sin embargo, aun cuando actualmente inciden sobremanera las actividades humanas en su expresión, es una consecuencia histórica de la dinámica y evolución de aquellos fenómenos que fluctúan derivado de las características biogeoquímicas de la tierra.

En el marco de tales fluctuaciones, los fenómenos meteorológicos (conocidos como eventos termodinámicos) se dan principalmente dentro de la envoltura de vida del planeta, es decir en la atmosfera baja, alrededor del estrato de los 300 km a partir de la superficie terrestre.

En la era moderna, el cambio climático se define como la aceleración de aquellos eventos que antaño se consideraban de causas naturales, aunque en realidad eran determinados en gran medida por las actividades humanas, específicamente se refiere a la “modificación del clima respecto de su historia a escala local, regional y global”.

Se requiere entonces considerarlo en la toma de decisiones a distinta escala social en materia de evaluación de deterioros y mitigación de servicios ambientales, con el fin de contribuir para la disminución de la vulnerabilidad de las poblaciones con respecto al entorno que les rodea (micro = local o comunitario, meso = municipal o sub-regional y macro = regional, nacional o continental), a las necesidades inmediatas de las entidades ante el cambio climático.

Por lo anterior, se configura el entendido que los fenómenos naturales pueden ser producto de eventos astronómicos o de la dinámica biogeoquímica de la tierra, de donde derivan sucesos meteorológicos que a su vez determinan los factores ambientales. Y se tiene entonces que los

¹ Notas de los cursos regulares del posgrado, particularmente del tema de desarrollo urbano y regional “Tecnología de análisis y diagnóstico del medio ambiente y ecología”, así como del Simposio en protección civil. La arquitectura y la gestión integral de riesgos, efectuado del 29 de noviembre al 1 de diciembre de 2017 en la Facultad de Arquitectura de la UNAM.

fenómenos naturales son representaciones de la variación climática y se manifiestan como una amenaza natural, cuyo efecto de peligro se concreta al relacionarla con la sociedad.

Considerando que los servicios ambientales se alteran en gran medida por emisiones de gases que inducen el calentamiento global, donde adicionalmente participan los cambios del uso del suelo ampliando la frontera urbana en algunos casos, en otros por la afectación de los incendios forestales impactando las capas de vegetación, así como los determinados estilos de vida que adopta la sociedad, adicional al uso de combustibles fósiles determinado por las actividades antropogénicas de la modernidad, etc.

Esto trae consigo degradación y/o deterioro del suelo, principal soporte de los servicios ecosistémicos, de los mosaicos de vegetación, de la biodiversidad existente y de la belleza escénica del paisaje, repercutiendo a su vez en la capacidad de producción de oxígeno, en la captación, filtración y producción de agua, en la reducción de la capacidad del espacio como regulador climático, en el deterioro y degradación de suelos orgánicos, así como en la pérdida de millones de toneladas de carbono almacenado en los ecosistemas (Gutiérrez, *et al.*, 2015).

La importancia de éstas extensiones radica en que, por cada tonelada de biomasa presente en las áreas boscosas, la mitad corresponde a carbono almacenado con las variaciones respectivas según el tipo de especies establecidas en las capas forestales; se convierte entonces en una necesidad impostergable velar por estos importantes reservorios de carbono.

La conservación de los servicios ambientales son una de las principales preocupaciones para la salvaguarda de las áreas verdes o espacios arbolados del mundo, en la actualidad el estudio de estos fenómenos cobra interés multidisciplinario, y sobre todo desde aquellos enfoques que tienen que ver con su evaluación, prevención y mitigación, en tanto desajustes estructurales y funcionales que ocurren en los ecosistemas que subyacen en los mosaicos de vegetación en que aquellos (servicios ambientales, SA) se presentan.

Considerar que los servicios ambientales al emerger de la confluencia de ecosistemas son fenómenos inherentes a los paisajes de vegetación, y que la incidencia en aquellos de afectaciones asociado a factores de carácter natural es menor con respecto al carácter antrópico que los determina, ésta situación vuelve susceptibles a las áreas verdes participantes

a tener de manera recurrente impactos de distinta magnitud, lo cual, se traduce en degradación estructural de los ecosistemas afectados, amenazando el bosque y en consecuencia, las múltiples funciones ambientales que desarrolla (De la Riva y Pérez, 2000).

La predisposición natural de las áreas forestales del SC en Xochimilco, al ser impactada por las actividades del hombre una vez que se establece vía asentamientos humanos informales se ha incrementado en los últimos años, a ésta situación se incorporan otros factores incidentes como el de la urbanización, que ocasiona cambios drásticos a los ecosistemas que se albergan en la zona lacustre y la zona de montaña con que se configura el SC de la entidad.

En este escenario de continua afectación en cuanto a frecuencia, magnitud e intensidad con que se expresan las afectaciones en el Suelo de Conservación de la alcaldía Xochimilco, se puede aclarar a través de los siguientes factores, genéricamente por cambios en los usos del suelo, lo cual se manifiesta principalmente por la disminución de actividades productivas relativas al sector primario, cuyas implicaciones directas son el abandono incremental de las extensiones de cultivo (Tejedo, 2007).

A lo anterior se agrega la disminución de actividades vinculadas al aprovechamiento de áreas boscosas localizadas en parte cerril, generalmente de régimen comunal, y superficies ejidales ubicadas en la zona lacustre, así como la casi desaparición de actividades de crianza de ganado de traspatio y de pastoreo, al menos en lo que respecta al espacio de los pueblos originarios.

Consecutivamente por la expansión anárquica de superficies pobladas contiguas a los cascos urbanos de las comunidades rurales, a efecto de la zonificación normativa determinada en los programas o subprogramas delegacionales de desarrollo urbano para el caso de las alcaldías de la Ciudad de México, lo que se traduce en un acrecentamiento de la mancha urbana de carácter habitacional, definiéndose un proceso determinado como Asentamientos Humanos Irregulares en el Suelo de Conservación de Xochimilco.

Por ende, se desprende que los cambios en los usos del suelo que representa la dinámica socio-económica que definen la forma en que se organiza la CDMX, y que en consecuencia genera despoblación de comunidades rurales, migración del campo a la ciudad, desplazamiento de la población urbana hacia las periferias y por lo tanto ensanchamiento de las áreas de interface,

relacionado al abandono de actividades agrícolas, pecuarias y forestales, es decir modificación de las actividades primarias, siendo los factores incidentes que más contribuyen en la pérdida de los servicios ambientales.

3.2. Implicaciones del cambio climático en los servicios ambientales

El Cambio Climático, caracterizado como fenómeno antropogénico resultado de los gases de efecto invernadero emitidos por múltiples fuentes que consumen energía proveniente de los combustibles fósiles, ya influye notablemente en los eventos perturbadores de carácter hidrometeorológico o en sus múltiples representaciones como desastres por inundaciones sequias, incendios forestales, etc. a los que está expuesto el planeta, incluyendo al territorio nacional y el Valle de México.

México es poseedor de gran riqueza biológica, en sus bosques tropicales, templados y climas semidesérticos contiene todos los tipos de ecosistema y vegetación terrestre conocidos, ocupa el cuarto lugar mundial en importancia por diversidad y porcentaje de especies endémicas. Las áreas de vegetación a nivel nacional tienen una superficie aproximada de 1,412 millones de ha, de ellas 56.8 millones son espacios arbolados, equivalente al 73 % del territorio nacional. Los ecosistemas que ocupan la mayor parte de estas extensiones son los matorrales xerófitos con el 41 %, bosques templados con 24 % y las selvas con el 23 % (SEMARNAT, 2009).

Varias son las causas asociadas a la pérdida o degradación de éstas superficies de vegetación, sin embargo, las que tienen mayor importancia son la conversión productiva, la degradación e intensificación del uso del suelo por actividades antrópicas. Aun cuando uno de los factores históricos de mayor incidencia referido a las actividades humanas es el fuego, el cual repercute con un promedio de 8,500 incendios forestales al año a nivel nacional, siendo la tercera causa en cuanto a pérdida y degradación de grandes extensiones forestales (Gutiérrez *et al.*, 2015).

De acuerdo con el último informe en 2013 del IPCC², por sus siglas en inglés, el cambio climático tiene patrones de comportamiento distintos según las distintas franjas de latitud, correspondiendo a la franja tropical donde se encuentra el eje neovolcánico de México oscilaciones entre periodos de precipitaciones pluviales cada vez más intensos y periodos de

² Se refiere al Panel Internacional sobre Cambio Climático

sequía también más fuertes y prolongados, lo cual altera notablemente el clima tradicionalmente benigno que imperaba hasta mediados del siglo XX al sur del Valle de México (Pozo *et al.*, 2018), región donde se ubica la alcaldía de estudio.

Es por ello que actualmente se observan modificaciones de los patrones climáticos que, por aumento de la temperatura, intensidades de los vientos, régimen pluviométrico, etc. tiene trascendencia a escala regional, pe. en temporada de estiaje el clima se vuelve muy seco, las temperaturas diurnas y nocturnas más extremas. No obstante que a la zona de estudio “Suelo de Conservación de la alcaldía Xochimilco” le halla correspondido cierto clima, este ha sido determinado por la desaparición de lagos, disminución de cubierta vegetal y expansión del proceso urbanizador.

Otro efecto adicional desventajoso para el Suelo de Conservación de la alcaldía Xochimilco, consecuencia del Cambio Climático en curso, es la drástica disminución de la cubierta gélida anteriormente “eterna” de los dos estratovolcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, ubicados en la Sierra Nevada que cierra al Valle de México por el lado oriente.

En ambos volcanes, pero principalmente en el segundo, existieron glaciares que al derretirse parcialmente en verano tributaban de agua a los ríos cortos de sus estribaciones, como el río Tlalmanalco, el Amecameca, y se sumaban otros provenientes de la Sierra del Chichinautzin como el río San Buenaventura, San Lucas o Santiago, que drenaban su líquido al sistema lacustre, parte baja del Suelo de Conservación en cuestión.

Esta situación comenzó a cambiar entre las décadas de 1980 y 2000, y en el presente siglo es más frecuente ver a esos grandes aparatos volcánicos desprovistos de sus copetes de nieve, con el consecuente agravamiento de los lapsos anuales de sequía (Pozo *et al.*, 2018) repercutiendo a su vez en sus áreas de influencia como Xochimilco.

De manera que, dentro de las consideraciones relevantes de los efectos del cambio climático sobre los servicios ambientales de las áreas verdes, se reconoce que actualmente se observan modificaciones de ciertos fenómenos. Para el caso hidrometeorológico en la CDMX, el cual determina contrastes entre los periodos de lluvias y secas, se acompaña de una insuficiencia infraestructural para mitigar lluvias de pronto extraordinarias o en picos de tormenta.

El comportamiento del régimen pluviométrico en múltiples latitudes, como una de las expresiones del cambio climático a escala global, refleja que los patrones hidrometeorológicos aun son fluctuante, pero la intensidad con que ahora llueve ha cambiado, explicable porque a mayor radiación absorbida en la urbe "debido a los tipos de materiales usados" se aporta más calor al ambiente y por ende también a las nubes, así, en verano las nubes al tornarse más turbulentas determinan lluvias breves pero intensas con rachas de viento fuerte (Luyendo, 2016), de manera que suele llover poco o de pronto mucho incluso llueve donde no debe y donde se requiere no ocurre.

En cuanto a eventos perturbadores referidos a incendios en las capas de vegetación vinculados al cambio climático, estudios precedentes indican que los climas extremos derivados del CC inciden en el incremento de incendios forestales adicional a su complejidad progresiva, debido a una intensificación de las sequías, ya que en algunas regiones en época de estiaje el clima se vuelve más seco, las temperaturas del día y las nocturnas más extremas (Tejedo, 2007).

Lo anterior trae como principal consecuencia ecológica alteración en las extensiones boscosas que poco a poco se convierten en paisajes compuestos de comunidades vegetales de tempranas etapas de sucesión, con alta cantidad y continuidad de combustibles ligeros integrados básicamente de herbáceas y pastos anuales, expresión de impacto a los servicios ambientales.

En resumen, las implicaciones del cambio climático en los servicios ambientales que proveen las áreas de vegetación consideradas como suelo de conservación en la alcaldía de Xochimilco son variados, ahora, estos impactos de degradación y deterioro en los servicios ecosistémicos se ven intensificados, por las acciones humanas que se sobreponen a los sistemas productivos tradicionales (milpa, chinampería y aprovechamiento del bosque), y por los cambios de usos del suelo cuya expresión principal es el proceso de urbanización por asentamientos humanos.

La perturbación que ocurre en los SA generados en el SC de la CDMX, se describe como:

- a) Pérdida de extensiones de suelo de conservación, el cual es el principal soporte de los servicios ecosistémicos, que a su vez permite la generación de otros más al suministrar los nutrientes necesarios a la vegetación, aparte de ser escenario donde se realizan los ciclos biogeoquímicos para el reciclaje de los compuestos orgánicos (Cram *et al.*, 2008).

- b) Agotamiento de las capacidades de producción de agua en tanto disminuya la recarga del acuífero de la Zona Metropolitana de la CDMX, considerando que el 41% del agua que se consume en la ciudad proviene de éste y otras fuentes subterráneas, estimándose que en el SC se produce una escorrentía superficial (lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno) de 73 millones de m³ al año y un volumen de infiltración de entre 165 y 190 millones de m³ al año (Gaceta Oficial, CDMX, 2018 a).
- c) Pérdida de recursos forestales, considerando por un lado, que las capas de vegetación estabilizan los suelos disminuyendo los procesos de erosión eólica, evitando así el abatimiento de los suelos orgánicos, ya que el 89 % del SC de la CDMX tiene una capacidad de retención de suelo entre alta y media, y si ésta capacidad cambiara a erosión ligera se generarían alrededor de 10 mil toneladas de partículas al año; por otro lado, porque amortiguan los procesos de erosión hídrica e incrementan en el suelo la capacidad de retención de agua, evitando a su vez riesgo de inundaciones y daños a las infraestructuras hidráulicas y urbanas (Gaceta Oficial, CDMX, 2018 a).
- d) Disminución de la capacidad de producción de oxígeno, paralelo a un incremento de la contaminación atmosférica, en la medida que se dañe o pierdan extensiones forestales.
- e) Achicamiento de los resumideros de carbono y por ende debilidad en las capacidades de reducción de la contaminación atmosférica, toda vez que las cubiertas de vegetación permiten fijar gases que promueven el efecto invernadero, según estimaciones, en 1985 se tenía un volumen de almacenamiento de carbono aéreo en los bosques del SC de la CDMX de 1,736,088 toneladas de CO₂ equivalente (Gaceta Oficial, CDMX, 2018 a).
- f) Disminución de la capacidad de regulación climática, ya que las capas de vegetación funcionan como reguladores del clima al absorber importantes cantidades de radiación solar; en el último siglo la temperatura en la CDMX creció 4° C, de los cuales 3 °C son por el efecto isla de calor producto de la urbanización (Gaceta Oficial, CDMX, 2018 a)
- g) Degradación de la imagen escénica del paisaje, limitando a su vez las posibilidades de recreación y mantenimiento de los valores escénicos y culturales del SC.
- h) Pérdida del biodiverso, aun cuando los procesos ambientales, de evolución y cambio en los diferentes espacios terrestres son intrínsecos al desarrollo de los ecosistemas,

estos repercuten con mayor intensidad en especies con estatus especial de conservación o en peligro de extinción. Dicho SC que es menor al 1 % del territorio nacional salvaguarda el 4.17 % de la riqueza biológica nacional con más de 4,500 especies de flora y fauna. Se considera que hay 22 especies de peces, 18 especies de anfibios, 39 especies de reptiles, 355 especies de aves, 83 de mamíferos y más de 3000 especies de plantas vasculares; ésta biodiversidad es resultado de los diferentes ecosistemas que interactúan y prevalecen en la CDMX (Gaceta Oficial, CDMX, 2018 a).

- i) Impacto a la permanencia de reservas territoriales de importancia socioambiental, toda vez que, por un lado, son necesarias como parte del medio ambiente en el que se desarrollan los servicios ambientales que requiere la sociedad y por otro indispensables para planear, organizar y modular el crecimiento de la ciudad.

3.3. Normatividad en la CDMX para el suelo de conservación en Xochimilco

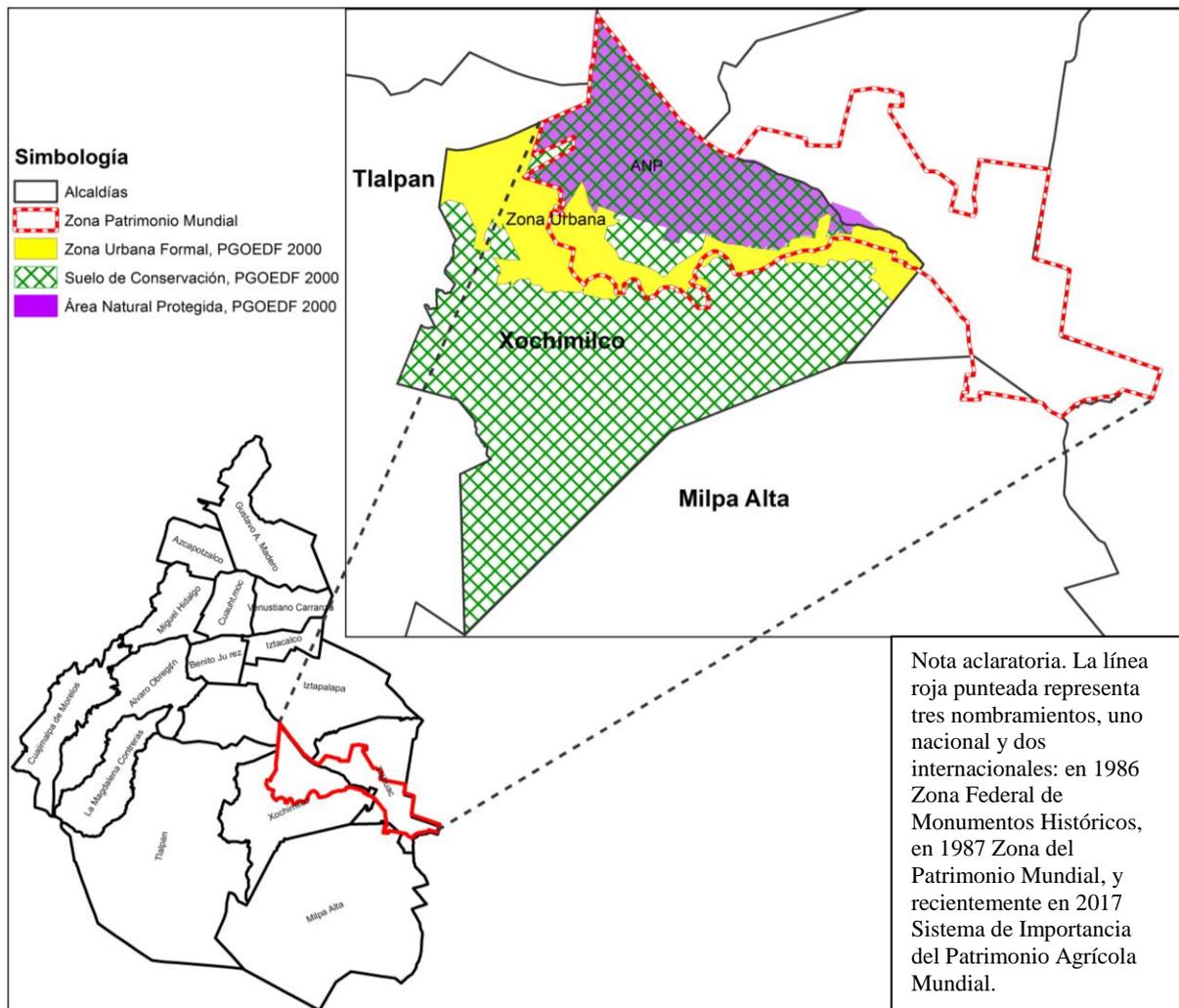
En las últimas décadas, los gobiernos de la hoy CDMX han diseñado una amplia gama de políticas e instrumentos relativos a la gestión del suelo y las actividades permitidas en el área de Xochimilco ante el embate de eventos perturbadores especificados por afectación de las extensiones de vegetación, incendios forestales, asentamientos humanos irregulares, etc., a los que son susceptibles éstos mosaicos verdes, considerados como suelo de conservación por los Programas General de Ordenamiento Ecológico y Delegacional de Desarrollo Urbano vigentes

A ello se agregan consideraciones diferidas en cuanto a gestión del territorio en el perímetro de Xochimilco que por su importancia socioambiental, por un lado, se le confiere mayor reconocimiento al SC, particularmente el que se refiere a la zona lacustre, por la cantidad de decretos o declaratorias, locales, nacionales e internacionales de salvaguardia y conservación que le influyen total o parcialmente.

En este sentido, está el Decreto de Protección Federal de la Zona de Monumentos Históricos publicado en el DOF en diciembre de 1986, el cual sirvió de base para integrar el expediente de la poligonal del Bien cultural con valor universal excepcional inscrito conjuntamente con el Centro Histórico de México en diciembre de 1987 en la prestigiosa lista de los sitios naturales y culturales de la humanidad ante la UNESCO (González *et al.*, 2010).

Con validez para una parte de la alcaldía de Xochimilco está la declaratoria de mayo de 1992 del Área Natural Protegida con Carácter de Zona de Conservación Ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”, respaldada en enero de 2006 con su Programa de Manejo que indica los criterios, lineamientos y actividades específicas a las que queda sujeta su administración, modificándose a su vez el polígono que la envuelve por el gobierno del Distrito Federal en diciembre de 2006, ratificándose nuevamente el mencionado programa de manejo en febrero de 2018, adicionalmente, dicha extensión territorial tiene reconocimiento como humedal de tipo RAMSAR instituido como el sitio 1363 por la convención RAMSAR internacional en febrero de 2004 (DOF, 1992; Gacetas Oficiales del DF, 2006 a y 2006 b, y de la CDMX 2018 b).

Mapa 1. Localización y zonificación general de la alcaldía de Xochimilco



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, Secretaría de Medio Ambiente de la CDMX y de González *et al*, 2010

Se resalta que la chinampería inmersa en la zona lacustre de la demarcación, conjuntamente con parte de territorio de Tláhuac y Milpa Alta representa un sistema productivo hidroagrícola ancestral, único en el mundo, el cual fue reconocido por la FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en julio de 2017 como un Sistema de Importancia del Patrimonio Agrícola Mundial, SIPAM (La Redacción, 2017), a fin de proteger y que prevalezcan las formas de producción milenaria transmitiéndose a las generaciones futuras como una herencia que garantice la seguridad alimentaria de las poblaciones locales.

Por otro lado, está el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 20013–2018, el cual establece entre sus objetivos, metas y líneas de acción para la definición e implementación de políticas públicas en la CDMX, el Eje 3 referido al Desarrollo Económico Sustentable para promover la competitividad y emprender una economía que concilie el desarrollo social con la sustentabilidad ambiental con respeto e igualdad en materia de género y de derechos humanos.

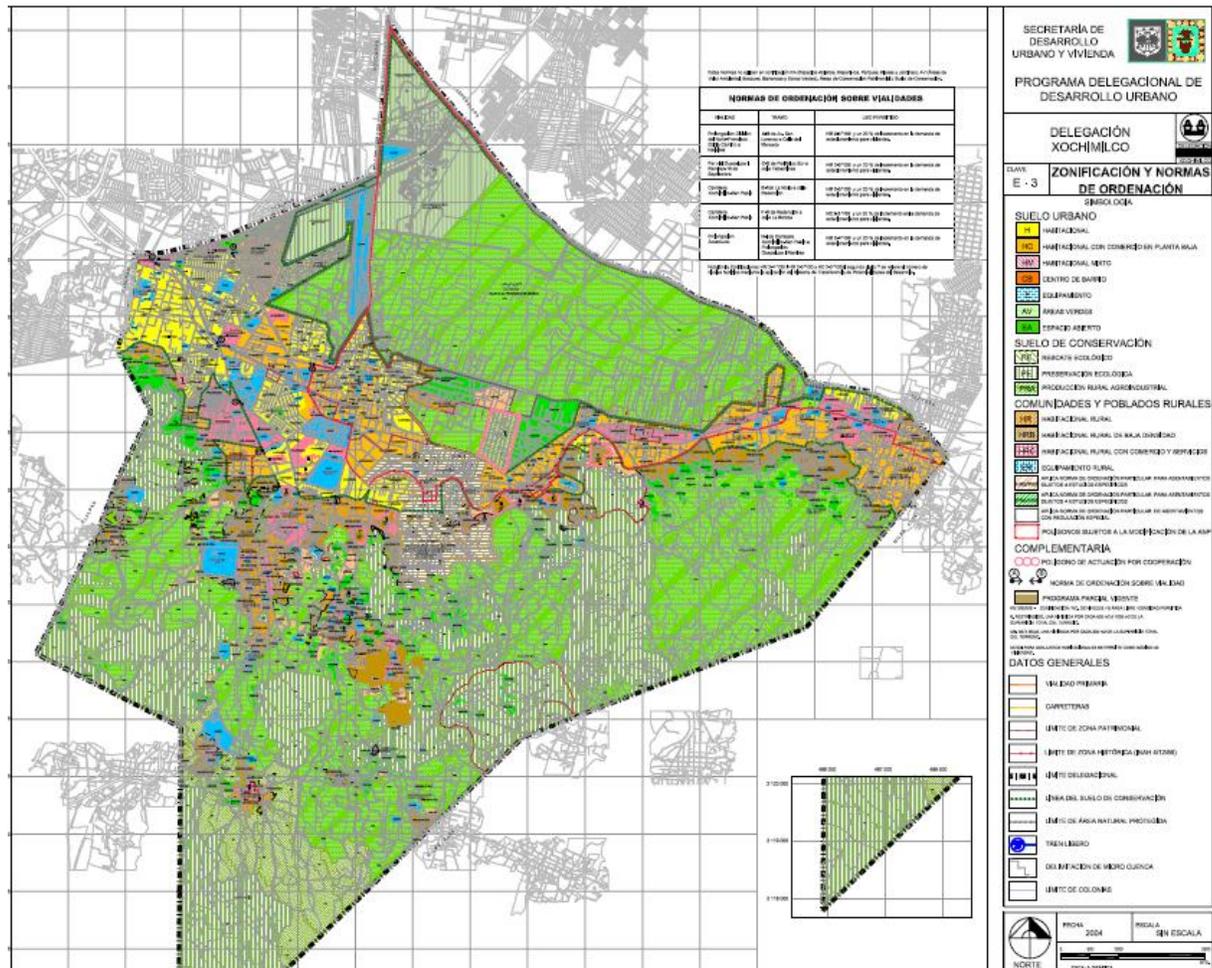
En complemento el Eje 4 sobre Habitabilidad y Servicios, Espacio Público e Infraestructura, busca desarrollar una ciudad dinámica, compacta, policéntrica y equitativa, que potencie la vocación productiva, fomente la inversión e involucre la planeación urbana y el ordenamiento territorial con una visión sustentable (Gaceta Oficial del DF, 2013).

A nivel alcaldía el Programa de Desarrollo Urbano 2005, establece la zonificación y normas de ordenación de usos de suelo urbano y suelo rural conjuntamente con el de las comunidades y poblados rurales, así como los usos del suelo de conservación especificados como Rescate ecológico, de Preservación Ecológica y Producción Rural Agroindustrial (Gaceta Oficial del DF, 2005).

Toda vez que el PDDU de Xochimilco es el principal instrumento de gestión del territorio que regula las actividades en intervenciones en todo el perímetro de la alcaldía; no obstante que tradicionalmente se aboca a la gestión del suelo urbano; y en ese sentido para el resto del suelo que además es de conservación le dejan la participación a otros instrumentos con mayor énfasis en el aspecto ambiental, tales como el Programa de manejo del Área Natural Protegida ubicada en Xochimilco y El Programan General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal que posteriormente se describe.



Mapa 2. Zonificación del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco 2005

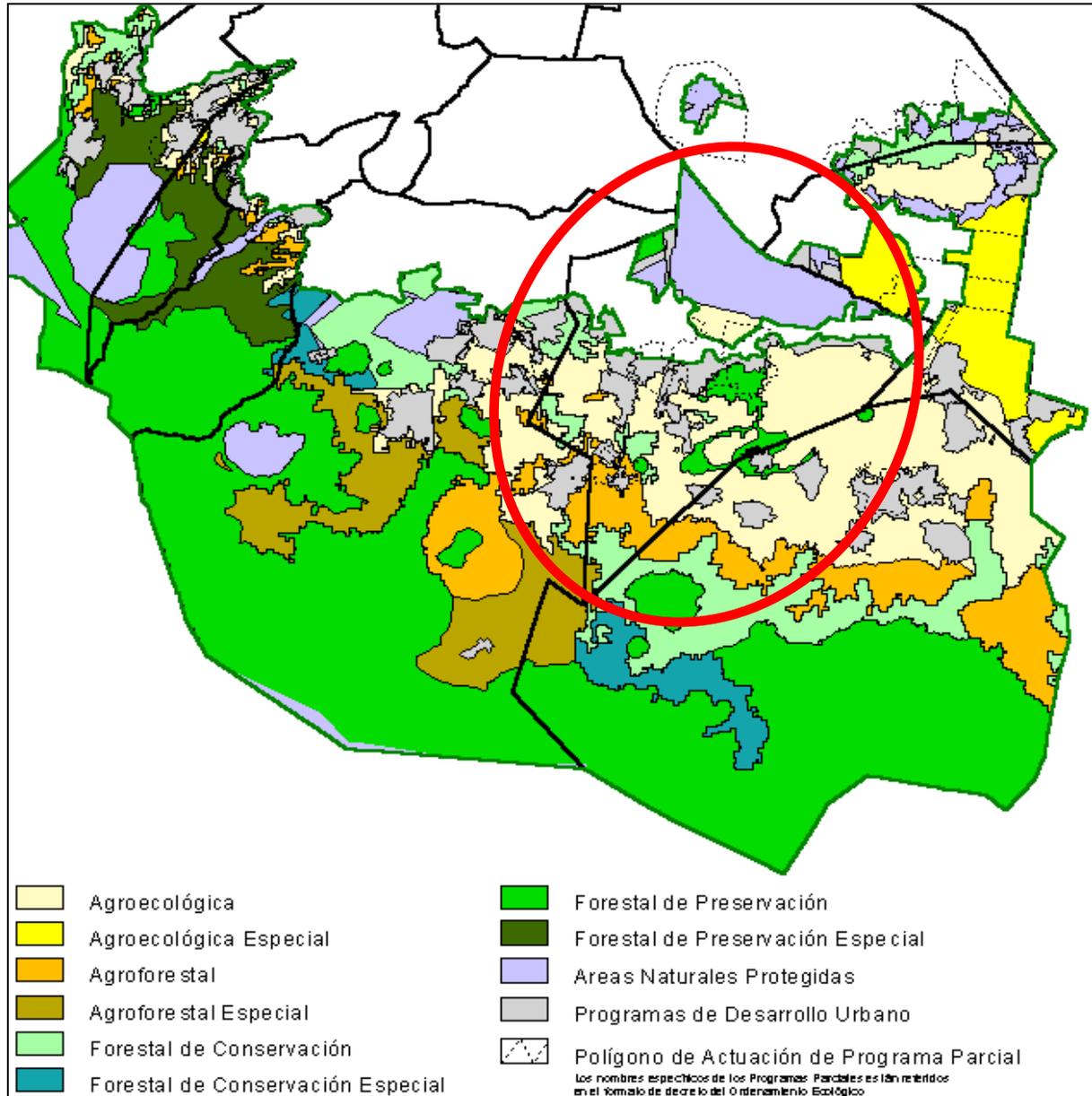


Fuente: Extraído del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano vigente en la hoy alcaldía desde el año 2005

Adicionalmente, participa como instrumento de referencia ambiental el Programa General de Ordenamiento Ecológico emitido en agosto del año 2000, con influencia sobre el SC³ de la CDMX, prácticamente sólo para la zona de montaña en Xochimilco, mismo que establece la zonificación normativa: Agroecológica, Agroforestal, Agroforestal Especial, Forestal de Conservación, Forestal de Preservación, Áreas Naturales Protegidas, Programas de Desarrollo Urbano y Polígonos de Actuación de los Programas Parciales, definida por los tipos de ecosistemas que contiene Xochimilco, y que a su vez determinan las actividades permitidas, restringidas y/o prohibidas (ver mapa 3).

³ Para la zona baja donde convergen en un perímetro de una ANP muy bien delimitado chinampas, canales, algunas espejeras, así como Asentamientos Humanos Irregulares, aplica su Programa de Manejo expofeso para la zona.

Mapa 3. Zonificación normativa del Programa⁴ General de Ordenamiento Ecológico 2000



Fuente: Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal del año 2000

En el mismo tenor están las consideraciones relativas a la agenda y a las estrategias para el abatimiento del calentamiento global, así como las referidas al cambio climático, signado en los informes del Cambio Climático al 2025 y el Programa de Acción Climática Ciudad de México 2014 – 2020, ambos de aplicación para la CDMX.

⁴ Por razones analíticas conviene omitir la zonificación normativa Agroecológica Especial, Forestal de Conservación Especial y Forestal de Preservación Especial debido a que no participan en el suelo de conservación de la poligonal de Xochimilco.

Mención especial a la normatividad complementaria como la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, cuyo articulado refiere los términos para la conservación y salvaguardia de la zona lacustre por sus monumentos, sean chinampas, canales y árboles de ahuejote, o su correlato, el Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas que establece en materia de declaratorias de zonas arqueológicas, artísticas e históricas, las características de éstas y las condiciones a que deben sujetarse las intervenciones que en ellas se hagan (González *et al.*, 2010).

Y en el mismo ámbito federal está la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, al ser reglamentaria de las disposiciones de nuestra Carta Magna se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente paralelo a un desarrollo sustentable a escala nacional; en este sentido la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la entidad federal encargada cumplir con las atribuciones que las leyes le da en la materia, una de las cuales originó la creación de un organismo desconcentrado denominado Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

3.4. Estado de los servicios ambientales en el suelo de conservación, CDMX

El calentamiento global (CG), aunque proviene de múltiples causas generalmente se le atribuye a las actividades antropogénicas, éstas a su vez son determinantes de daños a los servicios ambientales como de su expresión territorial, y dependiendo de la escala, intensidad y magnitud con que se den repercute en la calidad de vida de las poblaciones y en su medio ambiente que les rodea.

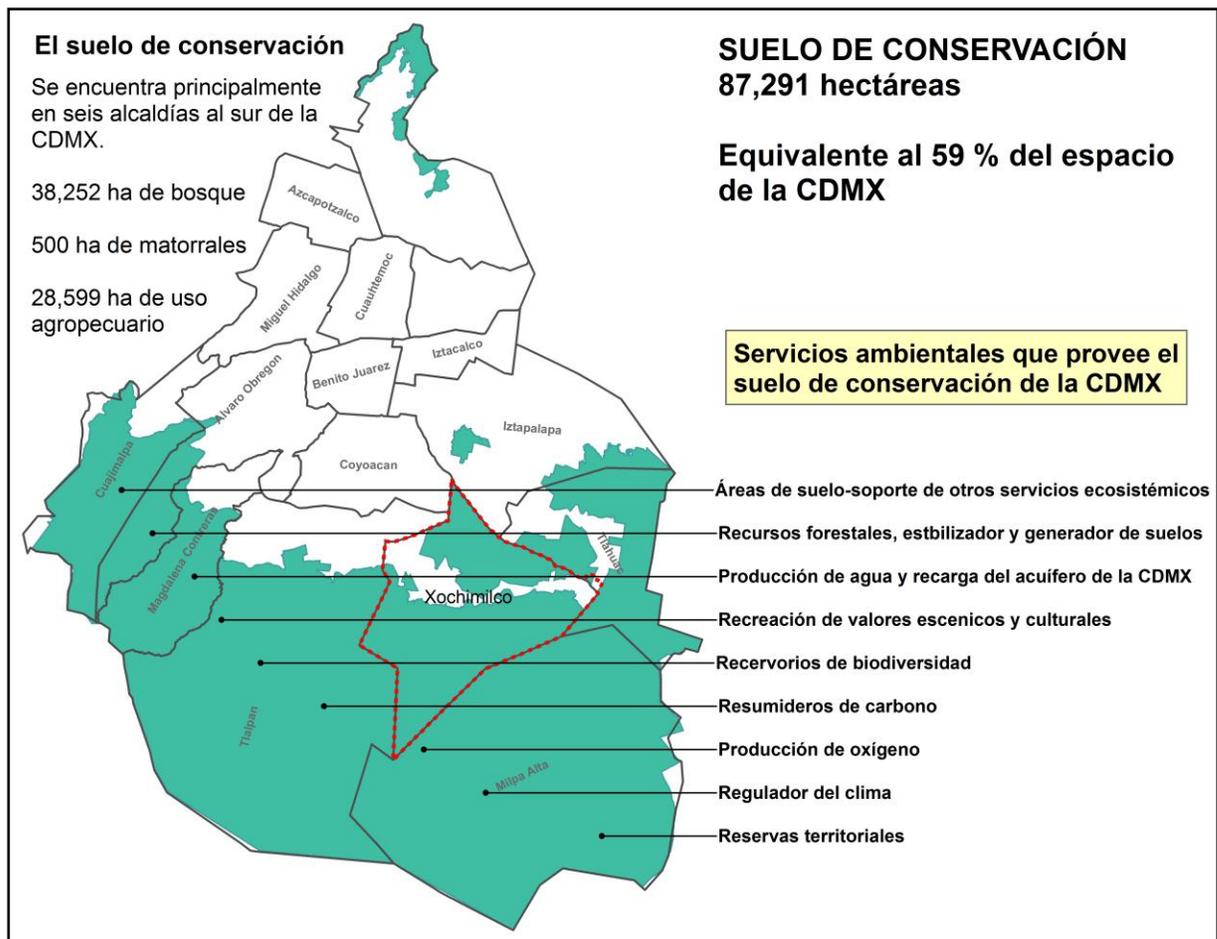
Los impactos a éstas bondades del ambiente se concretan en primera instancia por afectación al principal soporte de estos servicios ecosistémicos que es el suelo, el cual, a su vez participa en la generación de otros servicios ambientales como el suministrar nutrientes a la vegetación, además de ser el área donde se realizan los ciclos biogeoquímicos para el reciclaje de los compuestos orgánicos (Cram *et al.*, 2008); en segunda instancia por afectación a las áreas verdes e incluye daños a la biodiversidad que en ocasiones involucra especies en peligro de extinción y daños materiales o estructurales cuando el efecto se amplía hacia espacios forestales combinados con áreas urbanizadas.

A nivel Ciudad de México las áreas de vegetación definidas como suelo de conservación por el PGOE-DF, se localizan principalmente al sur con algunos remanentes al norte de la entidad, envuelven una extensión de 87,291.0 ha y representan 59 % de superficie de la ciudad, ahí subsisten relictos de bosque conjuntamente con comunidades vegetales mixtas con distinto grado de conservación y/o perturbación, así como terrenos dispersos de pequeña propiedad de uso agropecuario, generalmente contiguos a los cascos de los poblados rurales, ver mapa 4.

De lo anterior se desprende que las modificaciones de los usos del suelo, de las expresiones de la dinámica socioeconómica que definen cómo se organiza la CDMX, y que trae por resultado despoblación de zonas rurales, migración campo a ciudad, desplazamiento de las poblaciones urbanas hacia las periferias y por ende ensanchamiento de las áreas de urbanización irregular configurándose áreas de interface urbano-forestal. Todo esto relacionado con el abandono de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, es decir modificación de actividades relacionadas con el sector primario generando e incrementando impactos a los servicios ambientales.



Mapa 4. Suelo de conservación y servicios ambientales a nivel de la Ciudad de México



Fuente: Elaboración propia con base en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal del año 2000.

Cabe mencionar que ya desde 1970 el principal soporte (superficies de suelo con cubierta forestal) de los servicios ecosistémicos viene acumulando impactos por el crecimiento⁵ de la ciudad; por un lado, a consecuencia del crecimiento natural de la población, y por otro a efecto de un crecimiento social.

El fenómeno ha prevalecido y se ha intensificado por la vía del crecimiento social, el cual, se acompaña de procesos de inmigración principalmente y se define por el establecimiento de Asentamientos Humanos Irregulares que al consolidarlos o regularizarlos supone dotarles servicios, equipamientos e infraestructuras, con la consecuente afectación de los servicios ambientales.

⁵ Se considera crecimiento natural de la ciudad cuando se da a partir del desdoblamiento de la población nativa u originaria, en cambio el crecimiento social ocurre cuando las comunidades se configuran producto de migraciones poblacionales.

Figuras A y B. Crecimiento de la Ciudad de México en dos momentos, 1910 y 1930



Fuente: Página de internet s/d

Figuras C y D. Representa el crecimiento de la Ciudad de México en 1950 y 1970

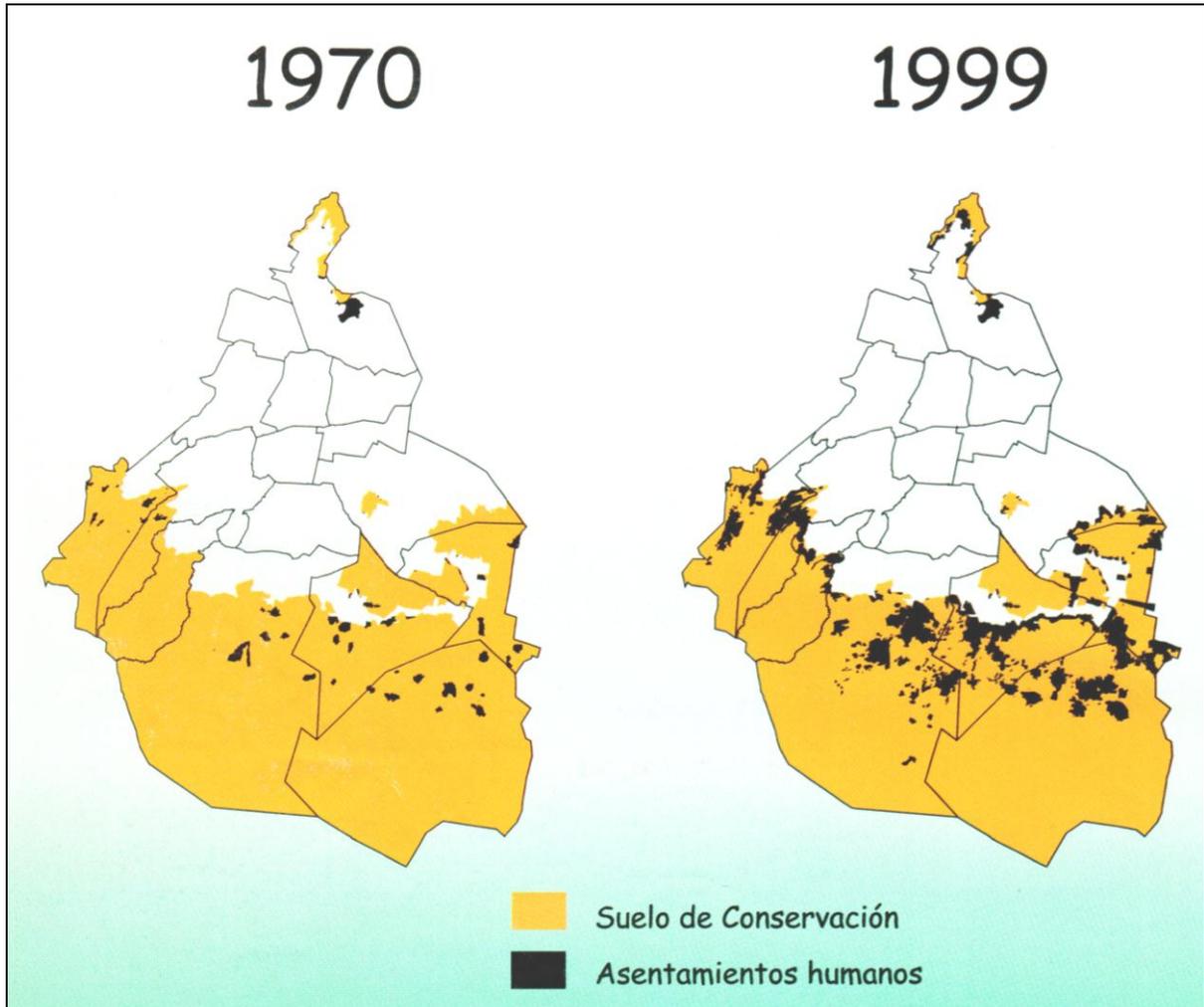


Fuente: Misma Fuente

Ahora bien, de acuerdo a las figuras A, B, C y D que reflejan cuatro momentos de la expansión de la Ciudad de México, al menos hasta 1970 el crecimiento de Xochimilco se dio alrededor de la cabecera de su núcleo fundacional. Sin embargo, revisando una ampliación (ver mapa 6) se observa que el crecimiento de los asentamientos humanos ya se mostraba disperso en lo que posteriormente se consideraría Suelo de Conservación de Xochimilco y previo al año 2000 (ver mapa 8) eran ya muy notorios en las inmediaciones de los cascos poblacionales de los pueblos rurales.



Mapas 5 y 6. Expansión en dos fechas de la mancha urbana en la hoy Ciudad de México



Fuente: Tomado de la versión de divulgación del Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, año 2000

Así, en los años 70s el suelo de conservación impactado por asentamientos humanos era de 1,200 ha, para el año 1999 se identificaron 35 poblados rurales, 180 asentamientos humanos regulares, 538 irregulares que conjuntamente con los equipamientos urbanos sumaron una superficie de 10,154 ha (Gaceta Oficial del DF, 2000; PGOEDF, 2000 versión de divulgación).

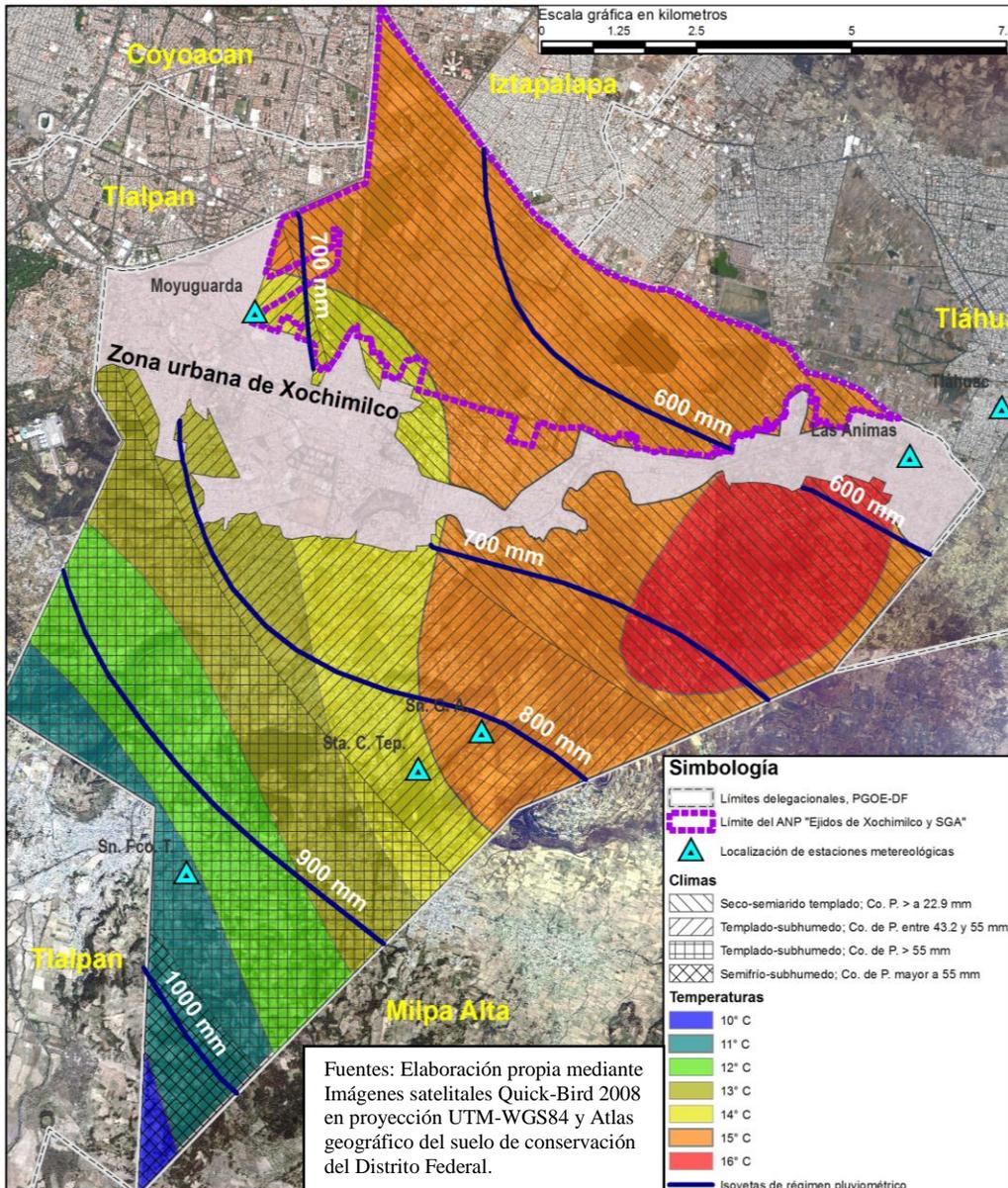
Con ésta tendencia de crecimiento urbano sobre el suelo de conservación se agudizaron los impactos negativos a los servicios ecosistémicos, la producción de agua se reducirá hasta agotar el acuífero que de por sí ya supera una sobreexplotación del 50 %, es decir, que por cada litro de agua que se infiltra al subsuelo, la ciudad consume litro y medio. Consecuentemente se agravan los efectos negativos a los demás servicios ambientales.



3.5. Contextualización geográfica y ambiental de Xochimilco

Xochimilco se localiza al sur de la CDMX, pertenece a la Región Mesoamericana de Montaña y a su vez a la Provincia Florística de las Serranías Meridionales, condición que le propicia el desarrollo de numerosos endemismos; sus coordenadas geográficas de ubicación son: al norte 19° 19', al sur 19° 09' de latitud norte; al este 98° 58' y al oeste 99° 10' de longitud oeste, altitud media 2,240 msnm en la zona baja y elevaciones de 2,620 a 2,680 msnm en la zona de montaña, pendientes de 0 a 6 % en la planicie y 7 a 35 % en parte alta. Colinda con Coyoacán, Iztapalapa, Tlalpan, Milpa Alta y Tláhuac, ver mapa 1.

Mapa 7. Aspectos relevantes relacionados al medio ambiente de Xochimilco



De clima templado subhúmedo, temperatura anual de entre 12 y 18 °C, régimen de lluvia de 620.4 mm, tiene una red canalera de poco más de 350 km de longitud, sus vientos dominantes provienen del norte y noreste de marzo a octubre, y de noviembre a febrero del sureste a una velocidad media de 10 km/h; el suelo lacustre es una mezcla de materiales de origen volcánico aluvial y orgánico, mientras que el de montaña es propiamente volcánico, la vegetación es de naturaleza halófito (pastizales), acuática y subacuática (tulares, lirio y chilacastle), y terrestre o rípiara (ahuejotes, ahuehetes, más un diverso de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas) en la zona de montaña (Gacetas Oficiales del DF, 2000, 2006 a, y 2006 b; González *et al.*, 2016).

3.6. Los servicios ambientales en el suelo de conservación de Xochimilco

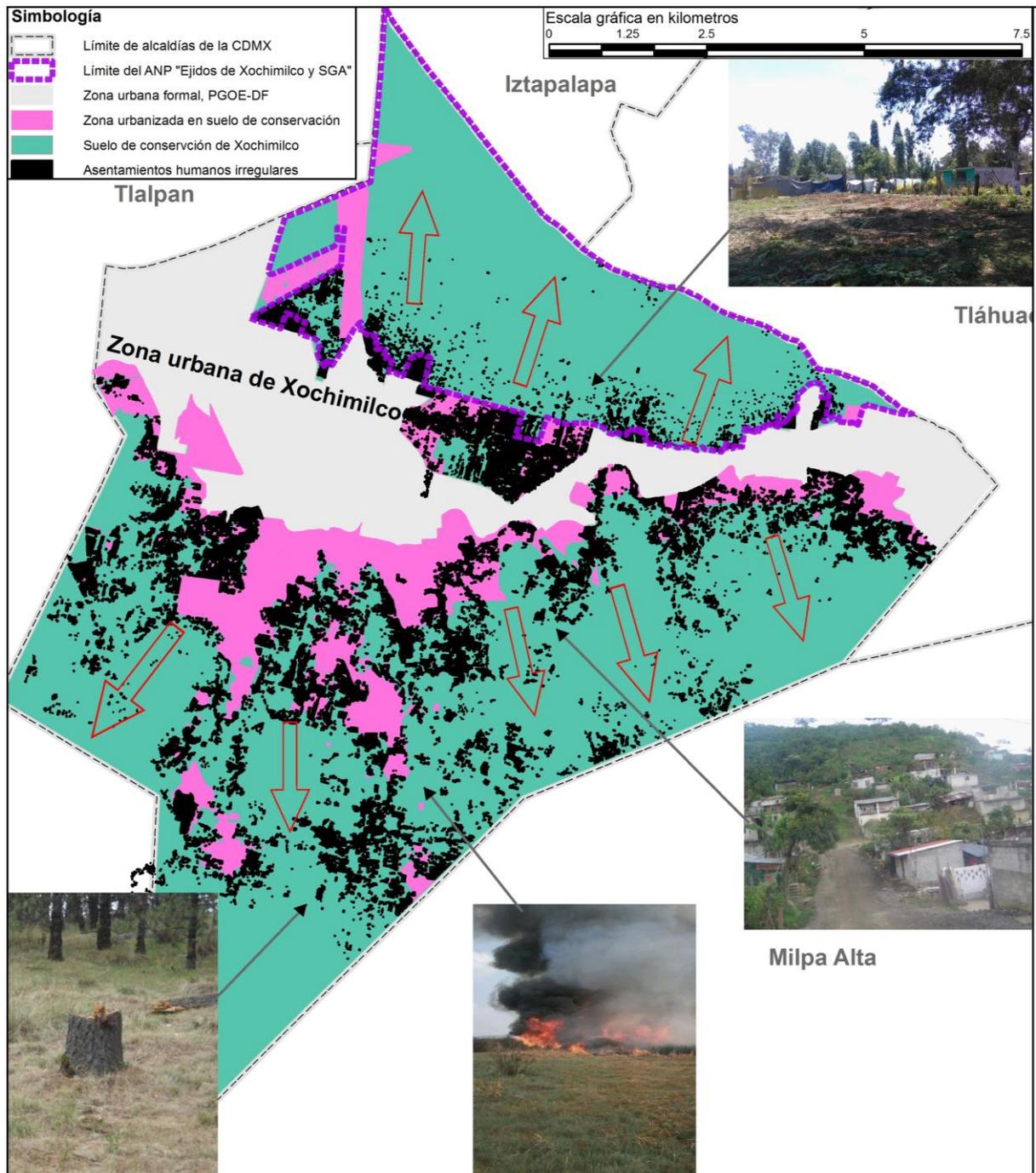
La predisposición del suelo de conservación en la alcaldía de Xochimilco a ser dañado se ha acrecentado en los últimos años, según datos oficiales del Programa General de Ordenamiento Ecológico y su Programa de Desarrollo Urbano. Ésta situación se agudiza por factores como la urbanización que ocasionan cambios drásticos a los ecosistemas que se albergan tanto en la zona lacustre como la zona de montaña con que se diferencia el suelo de ésta demarcación.

Tal escenario de aumento o de efecto extensivo en frecuencia, magnitud e intensidad con que se presentan impactos en el SC de Xochimilco (incendios forestales, asentamientos humanos irregulares, etc.) se explican por cambios en los usos de suelo, acompañado por la disminución de actividades vinculadas al sector primario, cuyas implicaciones inmediatas son el abandono de grandes áreas de cultivo, la desaparición de actividades de aprovechamiento de extensiones boscosas en la parte cerril y áreas comunes de la zona lacustre, así como la casi desaparición de actividades de crianza de ganado de traspatio y de pastoreo, entre otras.

Una consecuencia ecológica, por ejemplo producida por los incendios forestales, son las afectaciones de las extensiones boscosas que progresivamente se transforman a paisajes estructurados por comunidades vegetales de tempranas etapas de sucesión, situación relacionada con la generación de una gran cantidad y continuidad de combustible ligero, compuesto principalmente de herbáceas y pastos anuales por un lado y por otro, con la acumulación de cargas de combustible en áreas poco perturbadas, trae consigo un incremento en la posibilidad de incendios con mayor afectación directa a los servicios ambientales.



Mapa 8. Causas y tendencias de la afectación de los servicios ambientales en Xochimilco



Fuentes: Fuentes: Imágenes satelitales formato Quick-Bird 2008 con proyección UTM-WGS84, Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal 2012, Programa de desarrollo urbano de Xochimilco 2005 y fotografías de acervo personal.

Se enfatizan las nuevas expresiones territoriales que dan mayor complejidad a las afectaciones de los servicios ambientales, ocurren donde hay proximidad o empalme de zonas urbanizadas con áreas forestales, y se conocen como zonas de interface urbano-rural o urbano-forestal, son

territorios donde hay viviendas y estructuras o infraestructuras de tendencia urbana, y están cercanas o entremezcladas con masas forestales (Ivandic F., 2008; Vallejo y Valdecantos, s/f).

Complementariamente, por la expansión anárquica de la población en áreas pobladas cercanas a los cascos de los pueblos rurales a efecto de la zonificación que se define en los programas o subprogramas de desarrollo urbano, para el caso de la alcaldía de Xochimilco, el proceso se traduce en ensanchamiento de la mancha urbana principalmente con uso de suelo habitacional, el cual se define como invasión del suelo de conservación y en consecuencia afectación de los servicios ambientales por asentamientos humanos irregulares y las actividades que impliquen.

De hecho, el mapa previo representa un corte del tiempo de análisis del estudio, muestra las tendencias, el ensanchamiento y dispersión de los impactos acumulados sobre los servicios ambientales que emanan de suelo de conservación definido desde el año 2000 por el Programa General de Ordenamiento Ecológico del entonces Distrito Federal...

Indica el rumbo que toman las invasiones sobre el SC por AHI; por un lado, se expanden y dispersan hacia el norte, aun cuando existe normatividad complementaria establecida en un programa de manejo para el área natural protegida que representa el polígono morado; por otro lado, hacia el sur originándose a partir de los cascos urbanos de los 13 pueblos originarios.

Tabla I. Pueblos originarios existentes en Xochimilco

No.	Nombres de los poblados rurales de la alcaldía de Xochimilco
1	Santa María Nativitas
2	Santa Cruz Acalpixca
3	San Gregorio Atlapulco
4	San Luis Tlaxialtemalco
5	Santiago Tulyehualco
6	San Lorenzo Atemoaya
7	San Andrés Ahuayucan
8	Santa Cecilia Tepetlapa
9	San Francisco Talalnepantla
10	San Mateo Xalpa
11	Santiago Tepalcatlalpan
12	Santa Cruz Xochitepec
13	Santa María Tepepan

Fuente: Elaboración propia

4. RESULTADOS

4.1. Principales hallazgos

Analizadas la información pertinente, sobre todo aquella que refiere datos de la disminución del suelo de conservación y el ensanchamiento del suelo urbanizado, se configuro Tabla I, que sintetiza de manera genérica la dinámica de los usos de suelo en Xochimilco, tomando como partida los datos del año 2000, fecha en que se decretó El Programa General de Ordenamiento Ecológico de DF, estableciéndose el perímetro para el suelo de conservación de la entidad.

Se muestran distintos montos de usos de suelo en hectáreas para Xochimilco, en el caso del Suelo Urbano Formal se mantiene constante desde su establecimiento en el PGOEDF 2000, fecha en que además se definió el Suelo de Conservación con el territorio restante del perímetro total de Xochimilco, la Urbanización en Suelo de Conservación se refiere al suelo ecológico afectado por AHI; finalmente el Suelo de Conservación disminuido es correlato del Suelo de Conservación urbanizado.

Por lo tanto, la tabla indica que “cuanto más se urbaniza el SC los daños al suelo ecológico aumentan” y se traduce en mayor afectación a los servicios ambientales que el mismo provee.

Tabla II. Usos del suelo del 2000 al 2015 con el inevitable impacto a los servicios ambientales.

Fuentes/Años Uso de Suelo en Xochimilco	PGOEDF (ha)	PPDU-X (ha)	INVENTARIO DE ASENTAMIENTOS HUMANOS (ha)	Capa de USV2012 (ha)	PGOEDF y CAPA USV2015 (ha)
	2000	2005	2009	2012	2015
Suelo Urbano Formal	2,252.95	2,252.95	2,252.95	2,252.95	2,252.95
Urbanización en Suelo de Conservación	762.9	1,283.9	1,378.5	1,663.0	2,283.5
Suelo de Conservación disminuido	9,476.3	8,955.3	8,860.7	8,576.2	7,955.7
TOTAL*	12,517.8	12,517.8	12,517.8	12,517.8	12,517.8

Fuente: Elaboración propia con base a las distintas fuentes de información oficial relacionadas, tales como como: el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal del año 2000; Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco 2005; Programas de Manejo del Área Natural Protegida, con categoría de Zona sujeta a Conservación Ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapuco” versión 2006 y 2018; Atlas Geográfico del Suelo de Conservación del DF 2012; Inventario de Asentamientos Humanos Irregulares 2010; y archivos en formato Shape sobre Asentamientos Humanos Irregulares de Xochimilco años 2005, 2009, 2012 y 2015 por cortesía de la Dirección General de la Comisión de los Recursos Naturales (DGCORENA) adscrita a la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) de la Ciudad de México (CDMX).

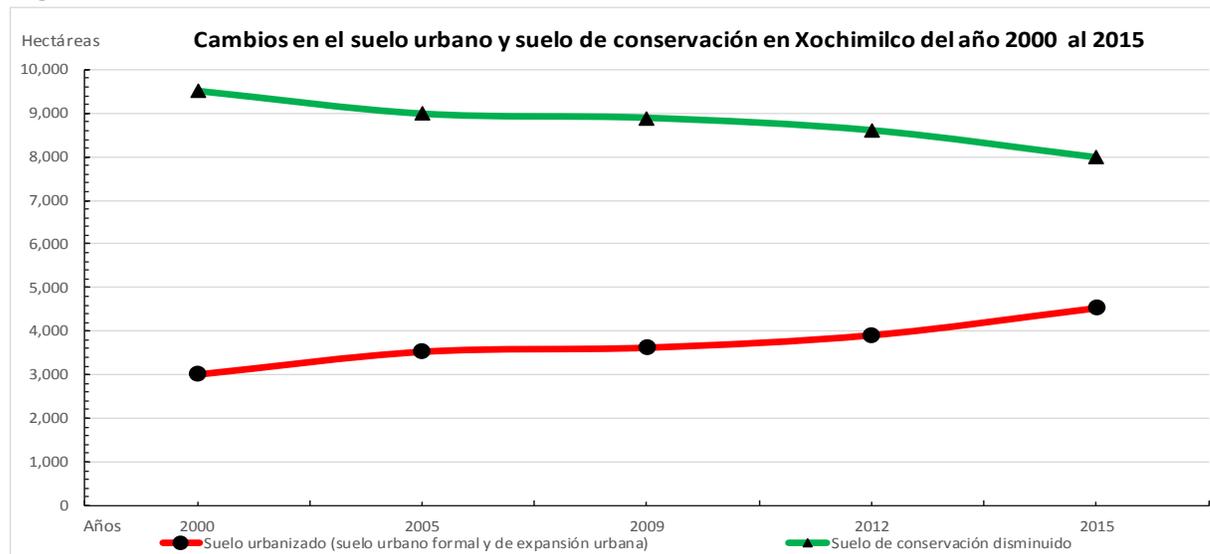
* Respecto al total del perímetro de la demarcación se tomó el dato que prevalece en fuentes oficiales, pero se aclara que para el caso del ordenamiento ecológico la superficie de la alcaldía es menor (aprox. 12,492.2 ha) que la reportada en el PDDU de Xochimilco, a razón de convenios administrativos relativos a la gestión del territorio que establecen Xochimilco y Tlalpan.

Adicionalmente, se observa que la misma cantidad de Suelo de Conservación que se urbaniza (formal o informalmente) es la misma cantidad de extensiones de vegetación que se pierde, con el respectivo incremento de afectaciones sobre éste suelo de importancia ambiental, repercutiendo a su vez en los impactos de manera incremental en los servicios ambientales que se desarrollan en la demarcación.

Sin embargo, al analizar el periodo de estudio, según las diferencias entre los datos de 2005 a 2015, la mayor pérdida de SC se dio entre 2012 y 2015 con 620.5 ha, seguido del lapso 2009 a 2012 con 284.5 ha y de 2005 a 2009 con 95 ha, significa que al menos en los últimos 10 años, en los tres periodos de tiempo considerados, la reducción del SC y en consecuencia el deterioro de servicios ambientales de manera general se ha venido triplicando. Debido a que desde el punto de vista de una evaluación de balance se perdieron hasta el año 2015 aprox. 2,284 ha, que es misma cantidad de superficie que se ganó en términos de espacio urbanizado.

En correlato, la siguiente grafica generaliza la dinámica (crecimiento o ampliación) del suelo urbanizado que involucra el suelo urbano formal y la expansión urbana reciente por AHI, con respecto al decremento del SC. Ambas realidades de comportamiento territorial participan en una relación inversamente proporcional “cuanto más se incrementan los contextos urbanizados más impactos padece el SC” con la sucesiva afectación a sus servicios ambientales. De seguir las tendencias hasta encontrarse, se augura un momento crítico irreversible en unos 22 años.

Figura E. Dinámica territorial en Xochimilco. Suelo Urbanizado vs Suelo de Conservación



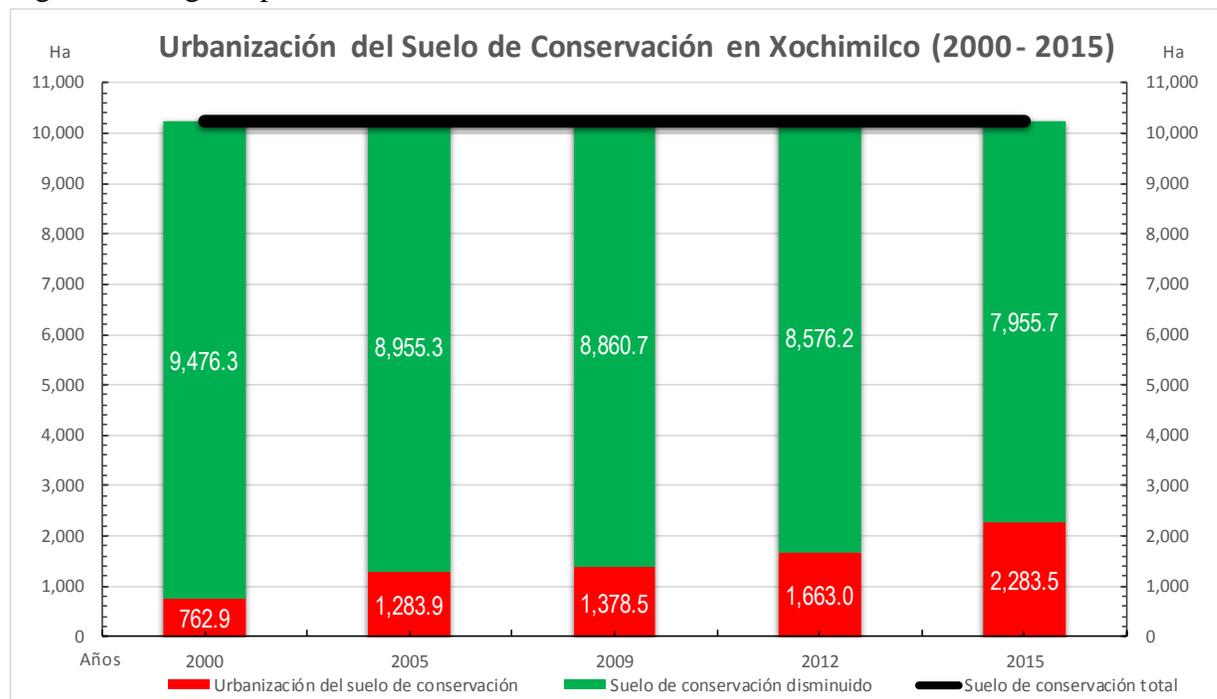
Fuente: Elaboración propia basada en los totales del territorio urbanizado con respecto al perímetro total de la demarcación.



En cuanto al análisis alusivo al impacto de los servicios ambientales en el tiempo (2000-2015), y tomando como punto de partida en Xochimilco la zonificación establecida por el Programa General de Ordenamiento Ecológico del DF en el año 2000, se reconoce que la determinación del SC se establece con un tanto de superficie ya impactada con poco más de 760 ha referidas al área que ocupan los pueblos rurales, conjuntamente con los equipamientos e infraestructuras vinculados, adicional al impacto por los asentamientos humanos irregulares que ya desde 1997 según el Programa delegacional respectivo. se estimaban cerca de 200 en alrededor de 200 ha del SC de la entidad.

De manera particular, en cuanto al suelo de importancia ambiental citado, el siguiente gráfico de columnas representa conjuntamente los montos de superficie afectada por la urbanización y el suelo ecológico que queda, dichos cambios del SC por la ampliación de la mancha urbana a través de los AHI refieren un escenario preocupante por los beneficios ambientales que ahí se generan, ya que para 2015 el deterioro represento 22.4 % de dicho espacio, aun cuando se estableció dicho nombramiento con un impacto de 7.5 % del territorio. Por lo que se deja en claro que por cada hectárea que se pierde de suelo de conservación, se deterioran gran cantidad de servicios ambientales locales que sólo ésta demarcación puede ofrecer.

Figura F. Desglose por año de los cambios en el Suelo de Conservación de Xochimilco



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la Tabla 1, relacionada a los usos del suelo genérico, año 2000 al 2015

Adicionalmente, se reflexiona que si en tan sólo 15 años se perdió el 15 % del SC (se omite el 7.5 % faltante para completar el 22.4 % dado que dicha zonificación nace impactada), resulta fácil imaginar que los daños al mismo y por ende a los servicios ambientales que ahí devienen se dan a razón del 1 % anual, significa que muy probablemente para éstas fechas los impactos ya alcancen el 25 %, es decir una cuarta parte de la superficie total del SC y se presume que en poco más de 20 años el territorio quedará afectado irreversiblemente con una imposibilidad de rescate o restauración de los servicios ambientales que originalmente proveía.

Al observar con detalle el desglose en distintos momentos, la afectación de los servicios ambientales por AHI (y las actividades que ello representa), considerando que la zonificación establecida por el PGOEDF 2000 determinó de manera diferida los tipos de zona, no sólo por los ecosistemas prevalecientes en el territorio sino por los productos ambientales que ofrecen.

Tabla III. Desglose de superficies impactadas del SC del año 2000 al 2015

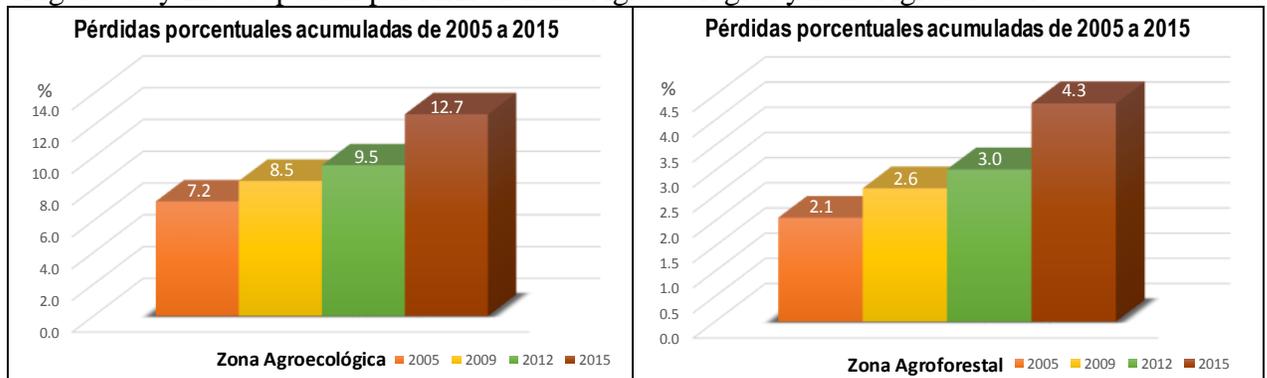
Áreas por año (ha) Uso ecológico	Superficie en el 2000	Área de AHI en el 2005	Área de AHI en el 2009	Área de AHI en el 2012	Área de AHI en el 2015
Agroecológico	3,942.7	284.3	335.0	373.8	500.6
Agroforestal Especial	77.3	0	0	0	0
Agroforestal	770.4	15.9	20.4	23.3	33.4
Forestal de Protección	733.9	7.6	9.0	10.0	12.5
Forestal de Conservación	687.8	21.3	26.3	30.4	44.7
Áreas Naturales Protegidas	2,412.0	56.1	66.2	71.3	85.8
Poblados Rurales	559.4	20.9	26.5	36.5	47.3
Equipamiento Rural	203.5	12.6	14.7	15.8	16.9
Programas Parciales	852.3	102.2	117.5	144.6	147.9
Totales	10,239.3	520.9	615.6	705.7	889.1

Fuente: Elaboración propia mediante archivos tipo Shape del PGOE-DF 2000 y de Asentamientos Humanos Irregulares, por cortesía de la Comisión de los Recursos Naturales (DGCORENA) adscrita a la Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX.

Por un lado, de acuerdo a la tabla, los impactos al SC y por ende a los beneficios ambientales que proveen los distintos ecosistemas, según los totales de los distintos momentos del periodo analizado son de tendencia incremental, con una afectación acumulada al año 2015 de 889.1 ha, equivalente al 8.7 % ; y, por otro lado, se tiene que las áreas más impactadas por superficie en hectáreas cubierta de AHI es el uso de suelo agroecológico con 500.6 ha acumuladas en 2015 mismas que representan 12.7 %, seguido de los perímetros definidos como Programas Parciales con 147.9 ha que equivale a 17.4 % y el Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” con 85.8 ha equivalentes al 3.6 %.

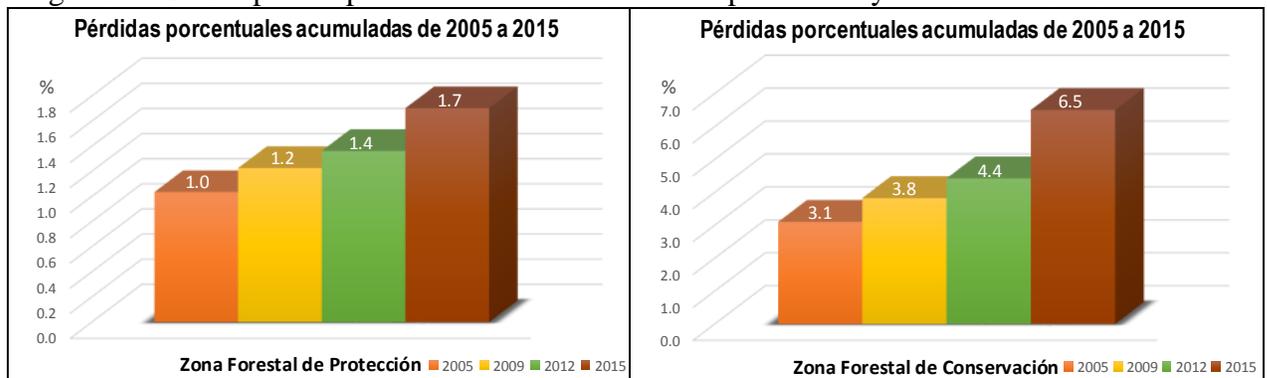
Con relación a la Tabla III y de acuerdo a las siguientes figuras que representan el desglose de los impactos negativos ocurridos por AHI, en los distintos ecosistemas proveedores de servicios ambientales que conforman el Suelo de Conservación de Xochimilco, en los años 2005, 2009, 2012 y 2015; solo para efectos comparativos respecto al total de superficie por zona en términos relativos se observan montos diferidos.

Figuras G y H. Ocupación por AHI en zona Agroecológica y zona Agroforestal



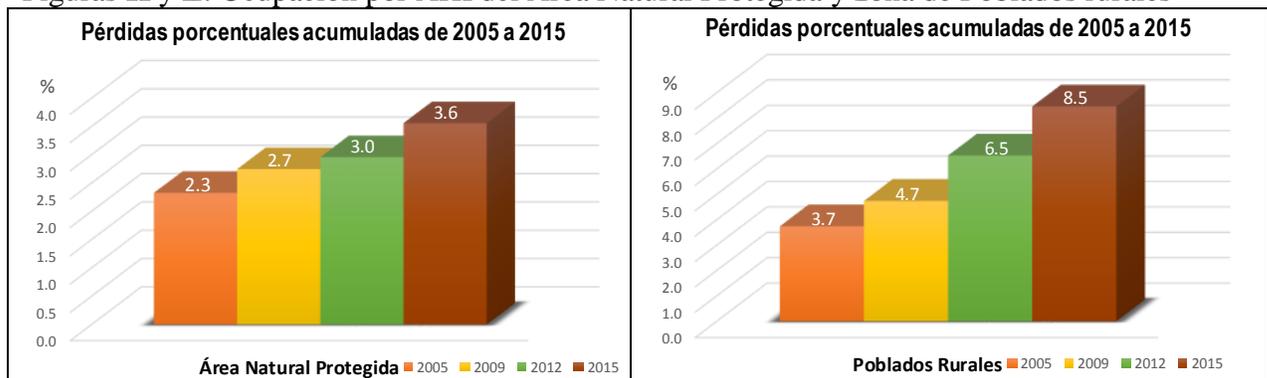
Fuente: Datos porcentualizados de la Tabla 2

Figuras I e J. Ocupación por AHI en zonas Forestal de protección y Forestal de Conservación



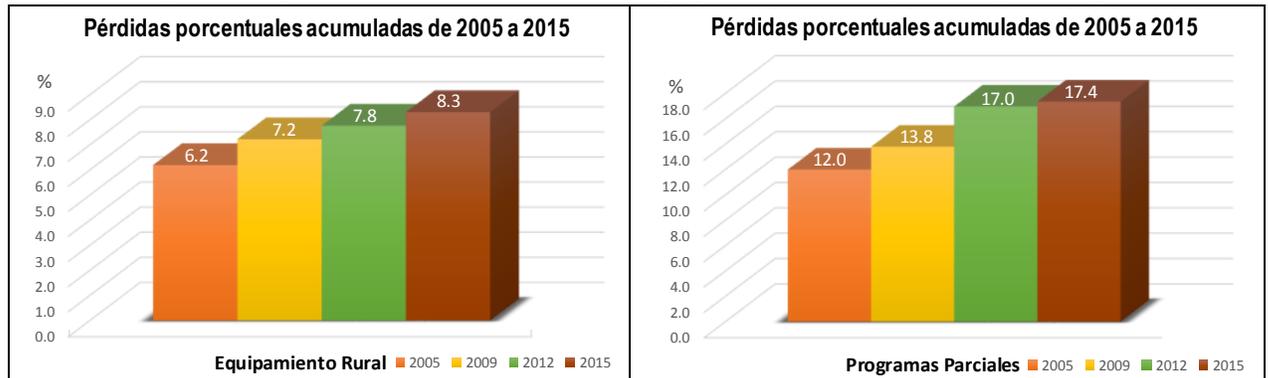
Misma fuente

Figuras K y L. Ocupación por AHI del Área Natural Protegida y zona de Poblados rurales



Misma fuente

Figuras M y N. Ocupación de AHI en zonas de Equipamiento rural y de Programas parciales



Misma fuente

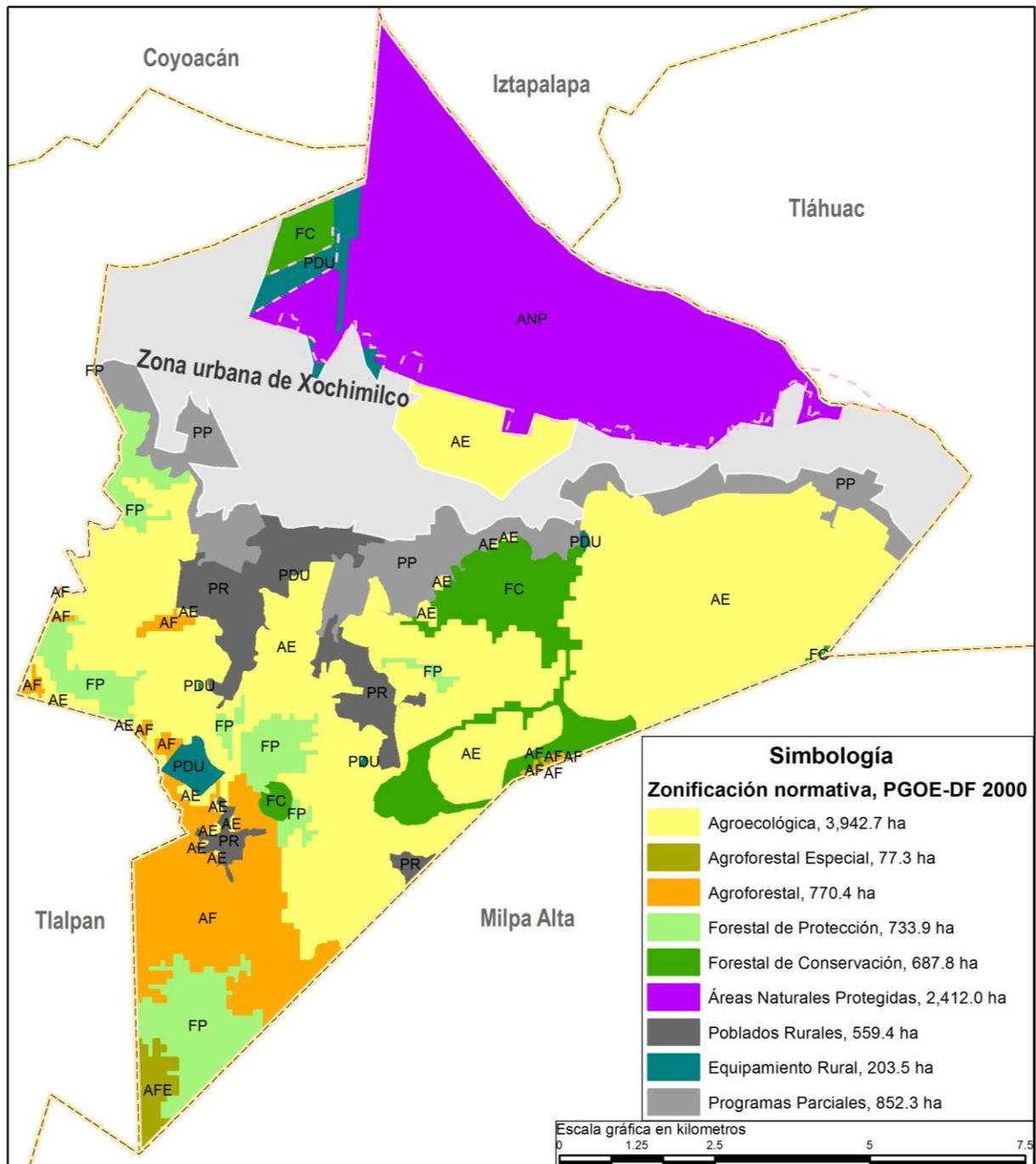
Siendo, en orden de mayor a menor impacto acumulado: la zona de Programas parciales con (17.4 %), seguida de la zona Agroecológica (12.7 %), sucesivamente con los Poblados rurales (8.5 %), Equipamiento rural (8.3 %) y zona Forestal de Conservación con (6.5 %).

En el mismo orden, los datos de impacto más bajos son para la zona Agroforestal con (4.3 %), le sigue el Área Natural Protegida con (3.6 %), la zona Forestal de protección con (1.7 %) y la zona de carácter Agroforestal especial que no ha padecido afectación por encontrarse en la parte más alta y alegada de la cabecera de la alcaldía.

Por la expresión de los mayores impactos a los servicios ambientales en el marco del Suelo de Conservación de la alcaldía referida, se nota que en el año 2005 el impacto se da más en las superficies con uso de suelo urbano, seguido del agroecológico y el de protección especial. Para el año 2015 el impacto por AHI se mantiene preponderante en la zona agroecológica, programas parciales y equipamiento rural, aunque ahora ya se extiende hacia el ANP seguido del suelo con uso forestal.



Mapa 9. Zonificación normativa para el suelo de conservación, según el PGOE-DF 2000

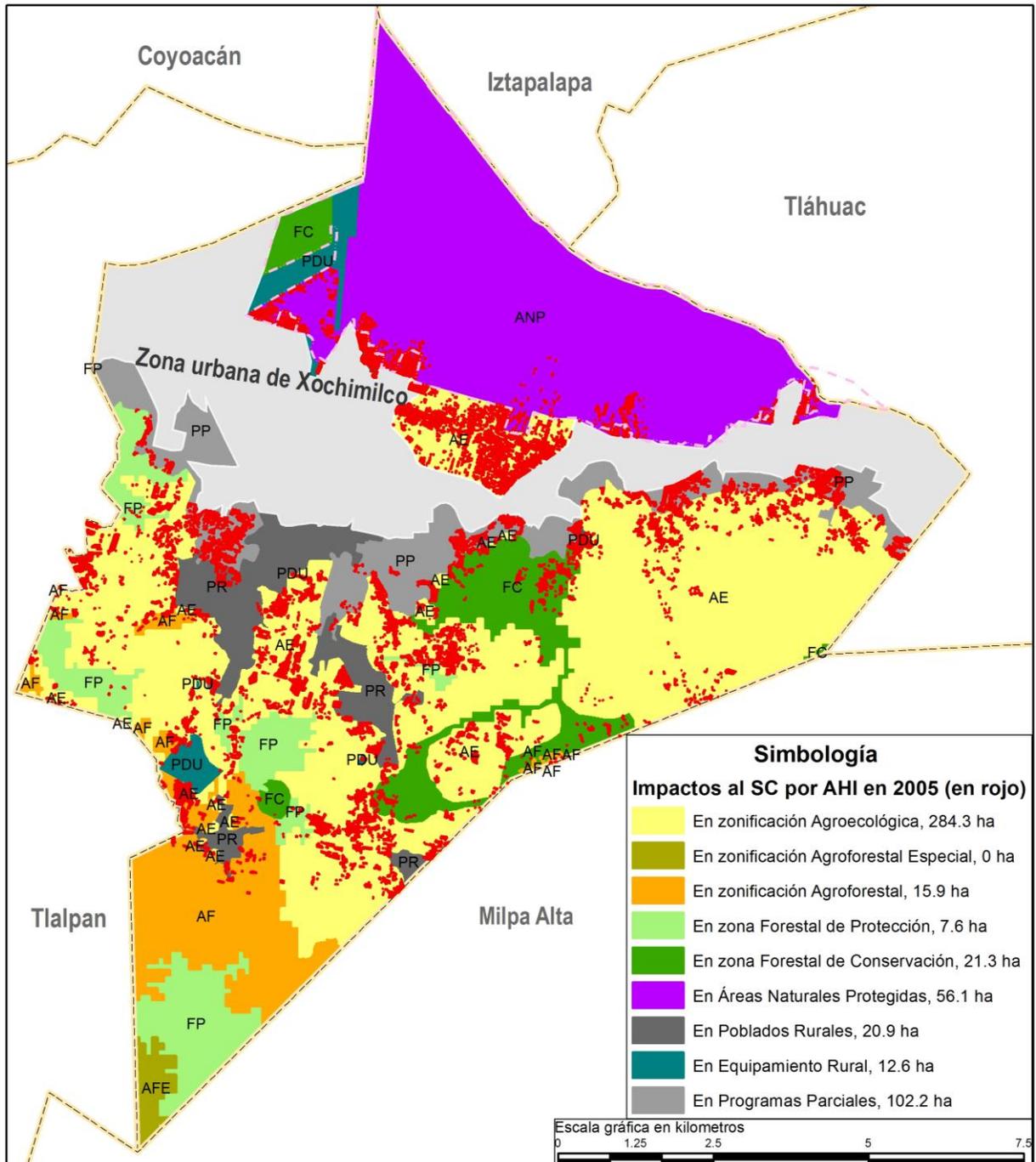


Fuente: Archivos tipo Shp del PGOE-DF 2000; Programa de Manejo del Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y SGA

Se aclara que cuando se establece la zonificación normativa en el PGOEDF 2000 para regular los usos de suelo en la superficie de Xochimilco que se definió como Suelo de Conservación, ésta ya se encontraba impactada, en parte por los pueblos originarios y en parte por los asentamientos informales que ya se expresaban en franco crecimiento.



Mapa 10. Impactos al Suelo de Conservación por Asentamientos Humanos Irregulares, 2005

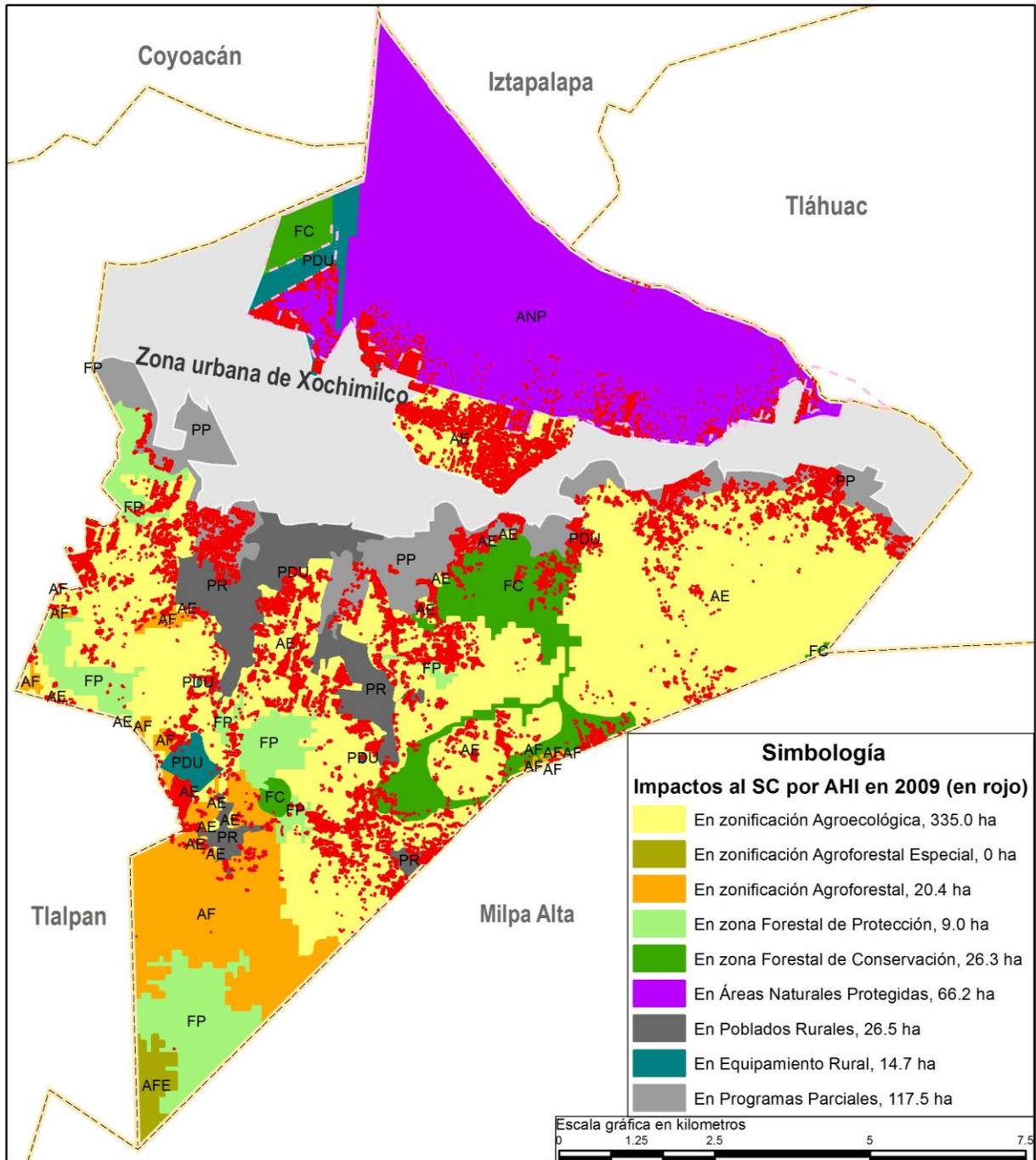


Fuente: Archivos tipo Shp del PGOE-DF 2000; Archivo de Asentamientos Humanos Irregulares 2005 (SEDEMA-CORENA)

Ya para el año 2005 el proceso de ampliación de la mancha urbana era muy notorio, su rápida expansión desbordaba hacia zonas prioritarias como el Área Natural Protegida de Xochimilco o la zonificación Agroecológica. Así lo refleja éste mapa con dispersión de AHI e intensidad creciente en la parte baja al norte de la entidad y al oriente contiguo a la zona urbana formal.



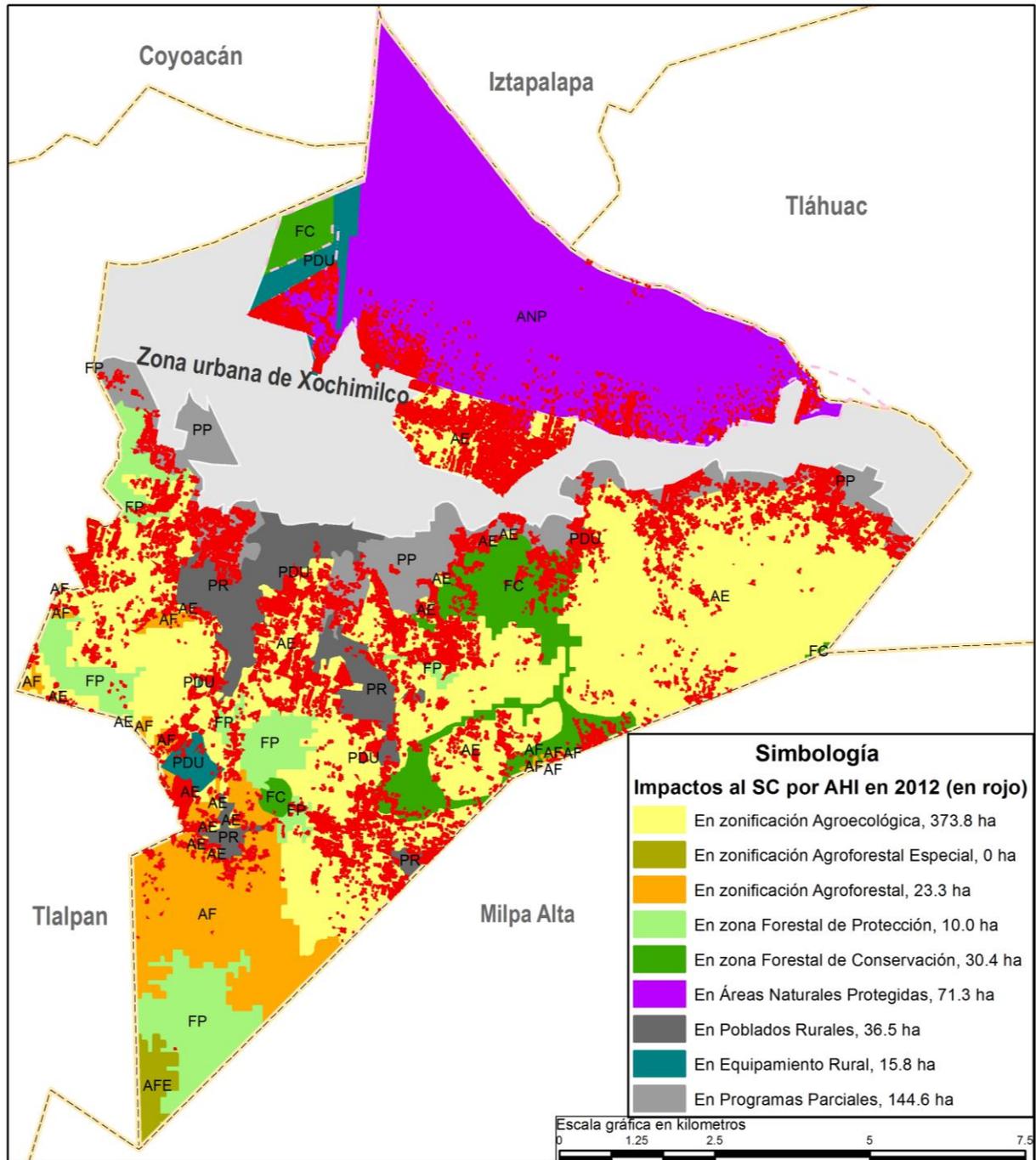
Mapa 11. Impactos al Suelo de Conservación por Asentamientos Humanos Irregulares, 2009



Fuente: Archivos tipo Shp del PGOE-DF 2000; Archivo de Asentamientos Humanos Irregulares 2009 (SEDEMA-CORENA)

De igual forma, éste mapa muestra la expansión general de 94.6 ha de AHI respecto al 2005, significa que en sólo 4 años la intensidad de este factor de impacto sobre el SC fue a razón de 23.7 ha anuales, mismo que representa la pérdida de servicios ambientales más intensa en la zona agroecológica, seguida de la zona de programas parciales y del ANP de la demarcación.

Mapa 12. Impactos al Suelo de Conservación por Asentamientos Humanos Irregulares, 2012

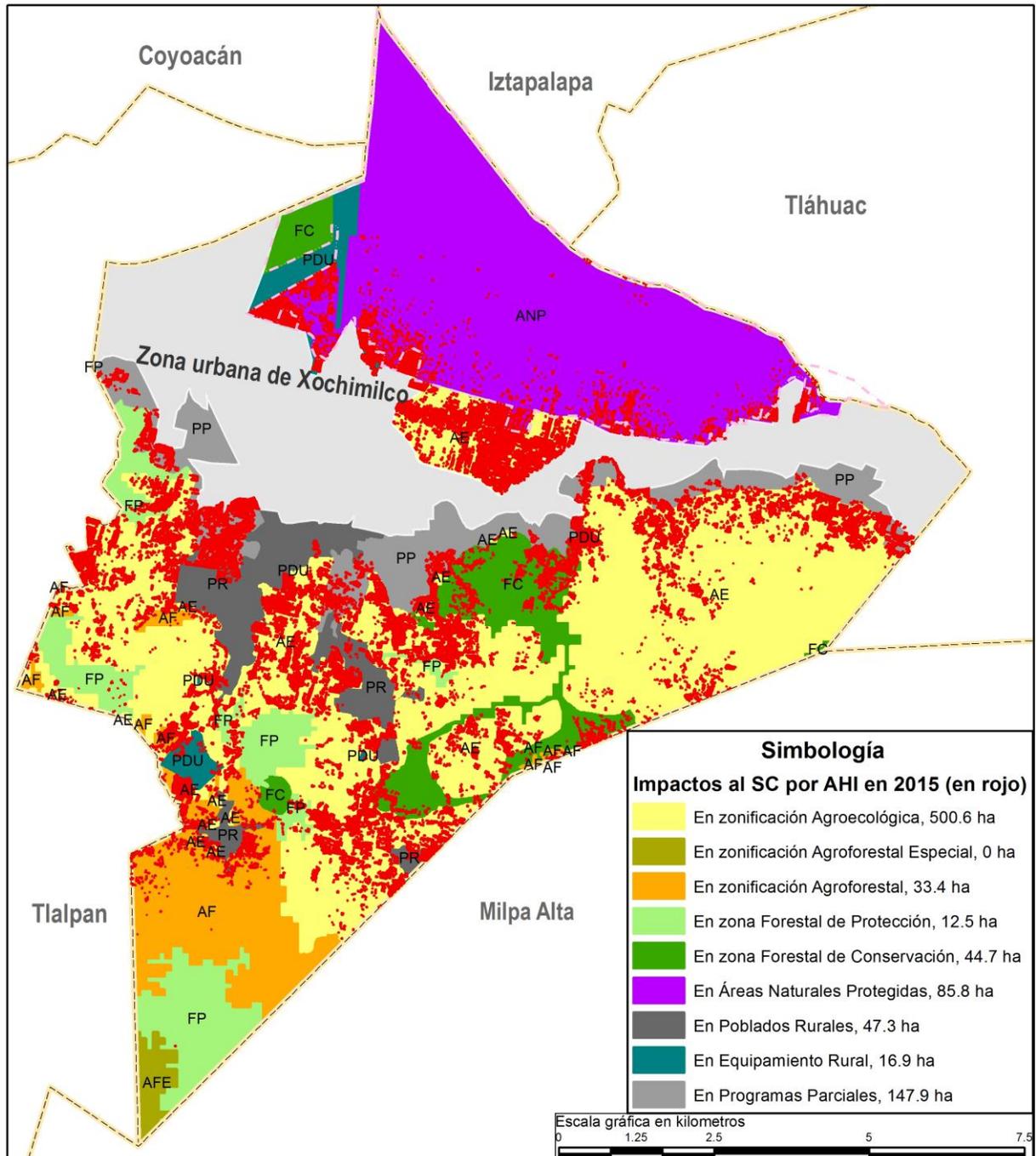


Fuente: Archivos tipo Shp del PGOE-DF 2000; Archivo de Asentamientos Humanos Irregulares 2012 (SEDEMA-CORENA)

Para 2012 se incrementó el impacto de AHI con un monto de 284.5 ha respecto al 2009, dicho crecimiento al triplicarse en 3 años, representa un dato anualizado del 400 % al pasar de 23.7 ha a 94.8 ha anuales respectivamente, significa que al ser incremental ésta tendencia los daños se tornan de mayor impacto a los servicios ecosistémicos y estos se vuelven más vulnerables.



Mapa 13. Impactos al Suelo de Conservación por Asentamientos Humanos Irregulares, 2015



Fuente: Archivos tipo Shp del PGOE-DF 2000; Archivo de Asentamientos Humanos Irregulares 2015 (SEDEMA-CORENA)

Con dicha tendencia incremental de impactos al SC por la presencia de AHI, las pérdidas acumuladas son tan notorias que el deterioro es inobjetable tanto en la chinampería como en la montaña, aun cuando exista una ANP con su propio sistema de protección legal que se torna insuficiente, aunque defina las acciones y los usos de suelo sobre un territorio restringido.

4.2. Análisis de impacto del servicio ambiental “agua”

Ahora bien, a manera de ejemplo, al asociar la situación de impactos por AHI establecidos en el SC referido a la producción de agua, se tiene que de acuerdo a las condiciones ambientales de Xochimilco existe un alcance potencial de producción de agua bajo el siguiente esquema.

Análisis de propuesta:

Lluvia media en las Cuencas Altas Zona de la Montaña = 800 mm

Coefficiente de infiltración medio en la cuenca alta = 0.3

Coefficiente de escurrimiento medio en la cuenca = 0.3

Precipitación efectiva = 480 mm

Valores normales del balance hídrico:

100 % de lluvia = 30 % evaporación directa + 40 % de infiltración + 30 % escurrimiento

480 mm de lluvia = 480 lt por m² = **4,800, 000 lt/ha**

Por lo tanto, de 3,167.60 ha de suelo de conservación de la cuenca alta se tienen potencialmente: 3,167.60 ha x 4,800 m³ /ha = 15,204,480 m³

Considerando una eficiencia del 0.6 en la captación de la infiltración y el escurrimiento se podría tener un volumen útil para los usos doméstico y pecuario de: 9,122,688 m³; y si sólo fuera uso doméstico a un gasto de 90 lt/hab/día se podría dotar de agua a 101,363.2 hab.

Con lo anterior se tendría proporción similar en el suelo de conservación, de cultivos en la zona de producción agrícola y de masas forestales en las áreas boscosas, lo que coadyuvarían a largo plazo a aumentar la eficiencia de la captación y producción hídrica, por un lado, y por otro, a revertir el daño en los servicios ambientales principalmente el de cosecha de agua.

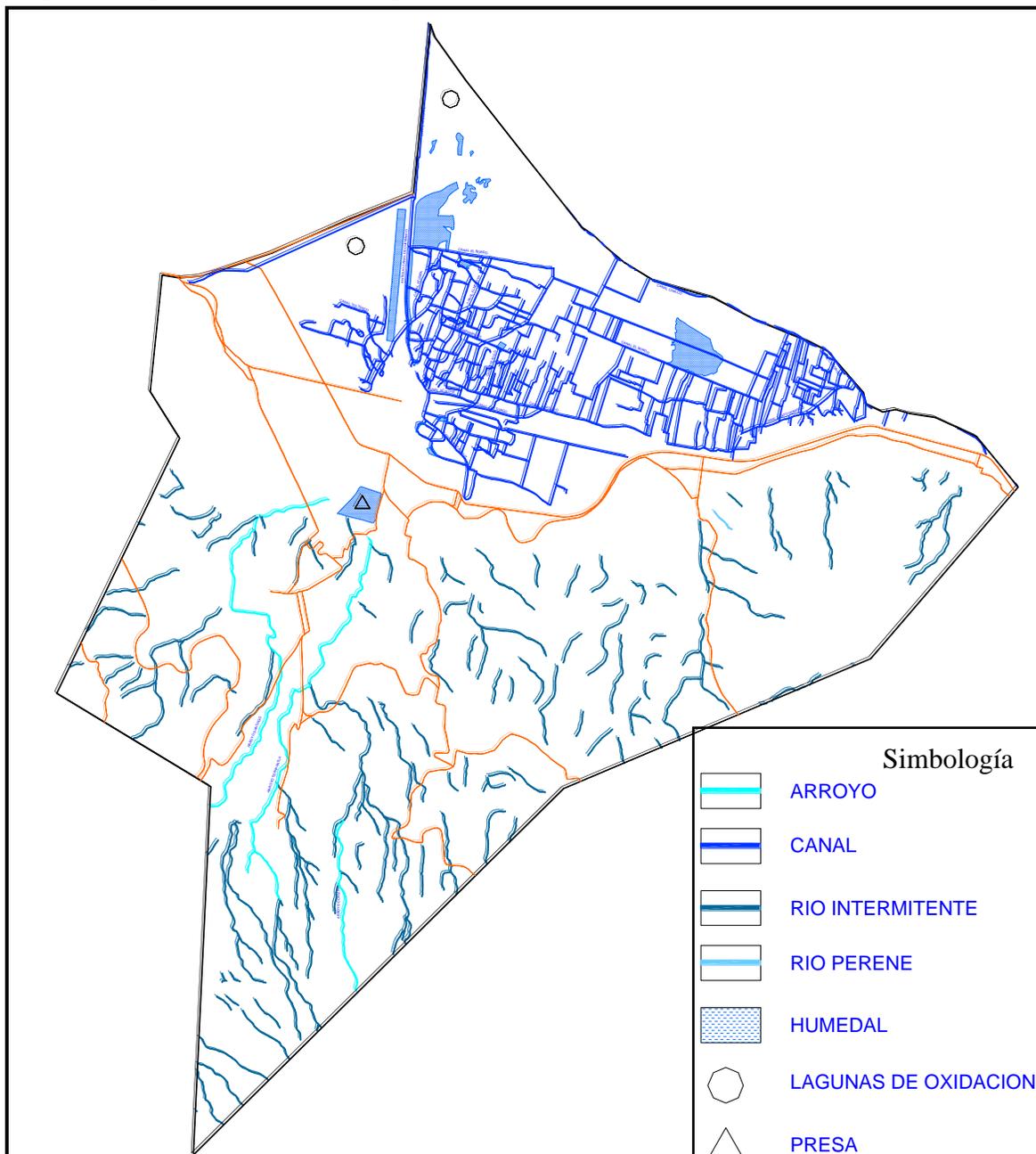
Es claro que en la medida que aumente la superficie de captación y/o la eficiencia de la captación los volúmenes potenciales pueden aumentar.

Los métodos de captación se harían bajo el concepto de cosecha de agua, utilizando galerías filtrantes (porque se necesita rescatar la escorrentía hipodérmica) y en los ríos gaviones reguladores de demasías con desviaciones hacia canales y tanques de almacenamiento de gran volumen distribuidos estratégicamente a diferentes niveles. Dichos tanques recibirían también el agua de las galerías filtrantes y distribuirían el agua hacia poblados y asentamientos rurales.



El volumen de agua residual se podrá utilizar en los canales chinamperos y con ello coadyuvar a la estabilidad y permanencia de la escenografía chinampera y de sus funciones agropastoriles, rescatando además un factor de importancia económica como el turismo, distribuyendo los volúmenes estratégicamente a distintos niveles. En dichos tanques se recibirían también el agua de las galerías filtrantes y distribuirían el agua hacia poblados y asentamientos rurales.

Mapa 14. Representación Hidrológica de Xochimilco.



Fuente: Conferencia “La chinampa, estrategia de rescate en el programa delegacional de desarrollo urbano de Xochimilco” por el Dr. Jorge Fernando Cervantes Borja, presentada en el IV Seminario de Catalogación de Chinampas en la UAM-X.

Por lo tanto, se manifiesta que para que permanezcan los servicios ambientales, en este caso el relacionados al agua, se deberá resguardar una amplia superficie del suelo de conservación para garantizar que la eficiencia de captación aumente tanto en calidad como en cantidad.

4.3. Algunas consideraciones finales

Por los resultados encontrados se reconoce que para afrontar mejor los procesos de deterioro o degradación de los servicios ambientales del SC de Xochimilco, ya por el impacto que genera la expansión de la mancha urbana o las actividades intrínsecas a ello y que además confieren transformaciones en el territorio, se requiere adoptar un enfoque integral que no solamente cubra los aspectos científicos, técnicos y de conocimiento de los procesos de afectación a las áreas de importancia ambiental, o de las medidas para reducir sus efectos.

Sino que se prevean esquemas operativos para respaldar a las comunidades involucradas que de manera organizada busquen revertir los daños ambientales con medidas sinérgicas para que conjuntamente población e instituciones respondan de manera apropiada ante el embate e intensidad de éstas afectaciones sobre el territorio, cuyo efecto se transfiere a los beneficios ambientales que provee. A éste cumulo de tareas que tienden a la reducción de los impactos dañinos sobre los servicios ambientales se puede denominar actuación corresponsable.

Vale la pena decir que un mejor efecto tendrían las intervenciones sobre el SC si se planea determinada actuación a base de estrategias claras, confiables y factibles, reconociendo tales planteamientos como un método que proyecta intervenciones bajo una secuencia lógica, ordenada y muy bien meditada, basadas en la sistematización de acciones a realizar para concretar un objetivo en un tiempo determinado, con el fin de minimizar, abatir, atenuar o mitigar el efecto negativo de un proceso o fenómeno que deteriora y/o degrada los servicios ecosistemicos, a través de planteamientos, procedimientos, dirección y ejecución de actividades relacionadas al rescate, recuperación, restauración y rehabilitación de los servicios ambientales afectados.

En este sentido, se ha mencionado que cualquier intervención que se desarrolle o ejecute por las instituciones con facultades respecto al cuidado y protección del medio ambiente, difícilmente se concretará si no se trabaja de manera inclusiva con la sociedad interesada desde un escenario común, donde se considere que los servicios ambientales son bienes que

nos pertenecen a todas las personas, condición que nos da el derecho, más allá de la normatividad aplicable, de disfrutarlos pero también nos confiere el deber y responsabilidad de tutelarlos, ya que al ser afectados en su base principal que es el suelo que se viene urbanizando por Asentamientos Humanos Irregulares hace imposible la generación y desarrollo de los demás servicios ecosistémicos.

Situación que debe trascender el tratamiento tradicional que se da al proceso de poblamiento del Suelo de Conservación por AHI, que en muchos de los casos se asume más que como planeación y gestión del territorio de importancia ambiental, como administración de los AHI, sirviendo incluso de botín político a cambio de dádivas o promesas en prenda del voto potencial que representa la población ahí establecida.

Pero también que vaya más allá de sólo conocer los efectos de riesgo, las probables consecuencias que involucra las características físicas y dinámicas de aquellos procesos degradantes del ambiente, así como el grado de preparación de la sociedad para mitigar o afrontar estos fenómenos de impacto. Es decir, se trata en todo caso de buscar correspondencia entre gestión del territorio y regulación de los usos de suelo, y a su vez congruencia con las actividades económicas, ya que el fin es preservar los servicios ambientales que de facto son de extrema vulnerabilidad y fragilidad ante las actividades humanas.

De manera que, en la zona, de acuerdo a las características de los impactos sobre los servicios ambientales que ahí se producen no podría proponerse otra cosa que no sean medidas de mitigación, compensación, rescate, restauración y rehabilitación de los ecosistemas, congruentes con cada situación socioambiental que prevalece, en virtud del régimen legal de la propiedad que le interfiere.

Por un lado, son espacios comunitarios de pequeña propiedad y de comunidades agrarias en la zona de montaña, y de zonas ejidales y de pequeña propiedad en la zona lacustre, y por otro, por lo que establecen las normas, en términos de lo permitido, restringido, condicionado y prohibido sobre los usos, manejo y destinos del suelo por la normatividad vigente (PGOEDF-2000, PDDUX-2005, Programa de Manejo del ANP, etc.).

Vale la pena aclarar que, sin considerar el calentamiento global que ocurre naturalmente por glaciaciones, erupciones volcánicas, etc., cambio de los parámetros orbitales de la Tierra como excentricidad, oblicuidad y movimiento del eje central de rotación, es decir, por su dinámica biogeoquímica y que por ende es inevitable, aun cuando el cambio climático inducido por las actividades del hombre intensifica y acelera las afectaciones en el suelo de conservación de Xochimilco, los impactos evaluados solo se refieren a los producidos por el establecimiento de asentamientos humanos irregulares conjuntamente con las actividades humanas implicadas.

Por ende en la medida que se planifique el destino, manejo y cambios de usos del suelo, y se controle el proceso de urbanización sobre todo el relativo al establecimiento de asentamientos humanos informales; es decir, se salvaguarde el SC considerado como el principal elemento de soporte para la generación de los servicios ecosistémicos, y que a su vez permite el desarrollo del resto de los servicios ambientales mencionados, no solo queda implícita la preservación de los ecosistemas que participan en la generación de beneficios ambientales sino que se resguarda la biodiversidad que subyace. Por lo tanto, se conservan los servicios ambientales.

Ahora bien, de acuerdo a los mapas de 2005, 2009, 2012 y 2015 que muestran el impacto a los servicios ambientales del suelo ecológico en Xochimilco por la proliferación de asentamientos humanos informales, también indican que la afectación se agudiza por lo desordenado de su distribución, ya que al ser bajo diferentes patrones de ocupación, han ganado terreno al suelo ecológico, dejando cada vez menores posibilidades de recuperación y funcionamiento de las áreas agrícolas y forestales de las chinampas como de la zona de montaña, incluso, del Área Natural Protegida, de las que en menos de 25 años, sólo quedarán relictos insignificantes.

Así, para contener la pérdida de los mosaicos de vegetación y por ende inducir la infiltración al manto freático, la retención y producción de agua, etc. Conviene por un lado recuperar y en su caso ampliar la masa forestal con medidas vayan desde el repoblamiento hasta la reforestación sin omitir el mantenimiento, por otro, fortalecer los sistemas productivos tradicionales, incentivando la cultura chinampera en la zona lacustre, así como la producción tecnificada con cubiertas de invernadero en las zonas de interface urbano- rural o que padecen presión urbanizadora y el estímulo subvencionado de las actividades de agricultura tradicional en el resto del Suelo de Conservación.

Lo anterior por considerar que, ante dicha presión por la urbanización, la ecología de los paisajes naturales conjuntamente con los servicios ambientales que provee se vuelven estratégicamente fundamentales. Ya que al año 2015 desde el punto de vista de una evaluación total del perímetro de Xochimilco, se encuentran urbanizadas 4,536.5 ha equivalente al 36.4 % de su área total, quedado como Suelo de Conservación 7,995.7 ha, equivalente al 63.3 %.

En este sentido, la gran fragmentación del suelo por los AHI ha generado un impacto ambiental atomizado y de gran importancia por su degradación o daño de las áreas de recarga hídrica, afectando la captación del agua pluvial y con ello un efecto final de desertificación de la zona de la montaña, así mismo, provocando una mayor vulnerabilidad de las chinampas que dependen cada vez más del agua tratada con la que se mantiene el nivel de los canales.

De perderse los recursos forestales en la montaña y la chinampería, así como en la zona de planicie, se acabará la imagen escénica representativa del paisaje, que ha sido el referente y atractivo principal de Xochimilco, perdiéndose con ello las posibilidades de lograr una economía sustentable basada en un manejo integral de la ecología, el ambiente y los recursos ambientales de la demarcación.

Por ello, de no llevarse a cabo una estrategia corresponsable, firme, congruente e incluyente, que ordene y termine con el crecimiento de los AHI, Xochimilco tendrá el mismo paisaje gris que otras alcaldías, lleno de asentamientos caóticos, con todas las carencias de servicios, equipamiento e infraestructuras, así como cero naturaleza o servicios ambientales; donde la sustentabilidad social no tendrá ninguna suficiencia y terminará por caer a los niveles más bajos de calidad de vida.

GROSARIO DE CONCEPTOS

Acuífero. Cualquier formación geológica por la que circulan o almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamientos (PAOT 2010).

Administración pública. Las dependencias y unidades administrativas; órganos desconcentrados y entidades paraestatales del Distrito Federal.

Agricultura urbana. Cultivo de alimentos dentro de los límites de la ciudad; producido directamente para venta o consumo directo, frecuentemente por los mismos agricultores.

Área de oportunidad. Son aquellas en la que tiende a la resolución de problemas pre-identificados de interés social y económico mediante la ejecución de proyectos de investigación.

Áreas recreativas. Son zonas de nuestra comunidad, destacadas por su excepcional belleza que se han dotado de la infraestructura necesaria para favorecer el uso y disfrute de la naturaleza.

Área de rescate. Aquellas cuyas condiciones naturales ya han sido alteradas por la presencia de usos inconvenientes o por el manejo indebido de los recursos naturales y que requieren acciones para restablecer en lo posible su situación original, en estas áreas se ubican los asentamientos humanos rurales, en estas áreas se harán acciones para restablecer el equilibrio ecológico (PAOT 2010).

Asentamientos irregulares. Son las áreas de vivienda ubicadas en suelo de conservación donde está prohibida la urbanización y construcción (PAOT 2010).

Calentamiento Global. Se refiere a la modificación del clima

Calidad de vida. Las condiciones generales de la vida individual y colectiva, educación, cultura, salud, esparcimiento, alimentación, ocupación. Este concepto se refiere principalmente al bienestar social (PAOT 2010).

Cambio Climático. Se refiere a los cambios del entorno de escala humana

Cambio de uso de suelo. Trámite que, en términos de la legislación vigente, se da cuando una determinada porción de territorio se le ha asignado un uso por medio de un programa o una declaratoria en un momento determinado y en un segundo momento mediante los procesos establecidos en la misma legislación.

Clasificación del suelo. La división del territorio del Distrito Federal en urbano o de conservación (PGOEDF 2003).

Clima. Estado del tiempo de una zona o región, determinado principalmente por la temperatura y la precipitación (SMA 2000).

Crecimiento Urbano. Expansión espacial y demográfica de la ciudad ya sea por expansión física territorial del tejido urbano por el incremento de la densidad de población y construcción o ambas (PAOT 2010).

Densidad de población. Número promedio de habitantes por unidad de superficie que resulta de dividir la totalidad de una población entre la extensión territorial que ocupa dicha población (PAOT 2010).

Diario Oficial de la Federación. Publicación determinada por el gobierno federal.

Ecosistema. Escenario donde convergen, se generan y/ o desarrollan suelo como diversidad de flora y fauna que son complemento de múltiples servicios ecosistémicos.

Educación ambiental. El proceso por medio del cual el individuo adquiere conocimientos, interioriza actitudes y desarrolla hábitos que le permiten modificar la conducta individual y colectiva en relación con el ambiente en el que se desenvuelve. La educación ambiental pretende formar una conciencia individual y colectiva sobre los problemas ambientales que logren trascender a una conciencia de actividades sociales.

Equipamiento Urbano. Conjunto de edificaciones, elementos funcionales, técnicas y espacios predominantemente de uso público que proporcionan beneficios de bienestar social y apoyo a la actividad económica, social, cultural y recreativa (PAOT 2010).

Espacio abierto. Área física urbana sin edificios, superficie de terreno en la que programas determinan restricciones en la construcción, uso o aprovechamiento, señalando prioritariamente plazas, explanadas, cuerpos de agua, parques y jardines (PAOT 2010).

Espacios naturales. Son espacios de alto valor ecológico o paisajístico y en muchas ocasiones con espacios sujetos a algún tipo de protección con lo que se persigue su conservación (Vera Rebolle 1997: 141).

Gestión ambiental. Conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basándose en una coordinada información multidisciplinar y en la participación ciudadana.

Humedales. Las extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (PAOT 2010).

Lacustre. Es el ambiente de un lago, se aplica al ser vivo que tiene como hábitat los lagos y sus orillas (PAOT 2010).

Manejo de áreas verdes urbanas. Enfoque integrado que comprende la totalidad de la ciudad en la plantación cuidado y gestión de toda la vegetación asegurando beneficios múltiples tanto sociales como ambientales para los residentes urbanos (Sorensen M. et al 1993).

Medio ambiente. Es el conjunto de factores físicos, químicos, biológicos, sociales, culturales, estéticos y económicos capaces de causar efectos entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.

Modificación de uso de suelo. Procedimiento formal establecido, en la ley de desarrollo urbano del Distrito Federal para realizar un cambio parcial o total en algún uso previamente establecido en el inmueble (PAOT 2010).

Programa de manejo. El programa de manejo de área comunitaria de conservación ecológica, elabora con los miembros del ejido o comunidad respectivo, en el cual establecen líneas de acción, criterios, lineamientos y en su caso actividades específicas las cuales se sujetará la administración y manejo del área comunitaria de conservación ecológica.

Ramsar. Es una convención sobre un trato intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos (PAOT 2010).

Recreación. Conjunto de actividades en las cuales se participa durante el tiempo libre y que fomenta el uso positivo de este para promover el desarrollo integral de las personas. Este desarrollo integral se alcanza por medio de las experiencias significativas de educación no formal, el disfrute de o el gozo por lo que se hace la selección de actividades que agradan y la participación voluntaria en lo que se desea realizar (Salazar Salas 2008).

Suelo de conservación. Es el territorio clasificado por los programas de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico que comprende las áreas fuera de los límites del centro de población.

Patrimonio histórico. Bienes, muebles e inmuebles, creados o surgidos a partir del establecimiento de la cultura prehispánica en México y que se encuentran vinculados con la historia social, política, cultural y religiosa del país y que hayan adquirido con el tiempo un valor cultural (PAOT 2010).

Recursos naturales. Elementos que existen en forma natural en un territorio específico, se clasifican en renovables que pueden ser conservados como son: la tierra agrícola, agua, fauna y bosques y los renovables cuya explotación conlleva a su extinción.

Reserva ecológica. Área constituida por elementos naturales cuyo destino es conservar y preservar las condiciones del mejoramiento del medio ambiente.

Servicios ambientales. De acuerdo a la SEMARNAT (2007), los servicios ambientales son “todos aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, estos incluyen servicios de suministro (como los alimentos y el agua), servicios de regulación (del clima, del agua, de las enfermedades), y servicios culturales (espirituales estéticos y de recreación)”.

Suelo urbano. Se trata de las zonas a las que los programas de desarrollo urbano clasifican como tales por contar con infraestructura, equipamiento y servicios.

Tenencia de la tierra. Acción de poseer físicamente una superficie de tierra determinada

Zonificación. La división del suelo urbano y de conservación en zonas para asignar usos específicos a cada una de ellas determinando las normas de ordenación correspondiente (PAOT 2010).

FUENTES DE INFORMACIÓN

Atlas Geográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal. (2012). Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, y Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento del Territorio del Distrito Federal, versión pdf.

Caracterización de cargas de combustibles forestales para el manejo de reservorios de carbono y la distribución al cambio climático. En Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, No. 13, febrero de 2016.

Cram, S., Cotler, H., Morales, L. M., Sommer, I., y Carmona, E. (2008). Identificación de los servicios ambientales potenciales de los suelos en el paisaje urbano del Distrito Federal. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. 2008(66), 81-104.

De la Riva, F. y Pérez, C. (2009). El factor humano en el riesgo de incendios forestales a escala municipal. Aplicación de técnicas de SIG para su modelización. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Zaragoza. Recuperado de: <http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/article/viewFile/7428/7351>.

Dieterich, H. (2010). Nueva guía para la investigación científica. Ed. Ariel.

Eco, U. (2005). Cómo se hace una tesis. Ed. Gedisa, España.

Flores, D., A. (2014). Cambio climático en los últimos 35 mil años AP de la cuenca de México: Caso Tlapacoya, en suplemento 3 de investigación, CAUCE. UAM-X

Gaceta oficial del Distrito Federal. (1997). Decreto que contiene el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación del Distrito Federal en Xochimilco. Asamblea Legislativa del Distrito Federal: Autor.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2000). Decreto de Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal. Asamblea Legislativa del Distrito Federal: Autor.

PGOEDF. (2000). Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal 2000. Versión de divulgación.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2005). Decreto que contiene el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación del Distrito Federal en Xochimilco. Asamblea Legislativa del Distrito Federal: Autor.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2006) a. Acuerdo por el que se aprueba el Programa de Manejo del Área Natural Protegida con carácter de Zona de Conservación Ecológica "Ejidos de Xochmilco y San Gregorio Atlapulco". Asamblea Legislativa del Distrito Federal: Autor.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2006) b. Decreto por el cual se modifica el polígono del Área Natural Protegida, con carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, la superficie denominada "Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco" ubicada en la delegación Xochimilco del Distrito Federal. Asamblea Legislativa del Distrito Federal: Autor.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2013). Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013 - 2018. Asamblea Legislativa del Distrito Federal: Autor.

Gaceta Oficial de la Ciudad de México. (2018) a. Reglas de Operación del Programa Fondos de Apoyo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas a través de la Participación Social, PROFACE, ejercicio fiscal 2018. Gobierno de la Ciudad de México: Autor.

Gaceta Oficial de la Ciudad de México. (2018) a. Aviso por el que se da a conocer el Programa de Manejo del Área Natural Protegida, con categoría de Zona sujeta a Conservación Ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Gobierno de la Ciudad de México: Autor.

González, A. *et al.* (2010). Las chinampas de Xochimilco al despuntar el siglo XXI: Inicio de su catalogación. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, División de Ciencias y Artes para el Diseño.

González, A. *et al.*, (2016). Las Chinampas: Patrimonio Mundial de la Ciudad de México. 1ª ed. División de Ciencias y Artes para el Diseño. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

González, A. *et al.*, (2018). Evaluación de daños causados por sismos y precipitaciones recientes en los componentes significativos de la Zona Patrimonio Mundial de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa-Alta, Ciudad de México. Informe final 2018, versión inédita en pdf.

Gras, E. (2010). Cosecha de Agua y Tierra. Diseño con permacultura y keyline. Ed. Coas.

Gutiérrez, M., Orozco, H., Ordóñez, D. y Camacho, S. (2015). Régimen y distribución de los incendios forestales en el Estado de México (2000 a 2011). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 6 (29), 92-107. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63442134007>.

Ivandic, F. (2008). Incendios Forestales en la Interface Urbano-Rural: Un desafío actual. En *Presencia* No. 52.

Landero, R. y González, R. (2007). Estadística con SPSS y metodología de la investigación. Ed. Trillas.

La Redacción. (2017). La FAO reconoce a las chinampas como Patrimonio Agrícola Mundial. Julio 10 de 2017.

Luyendo, L., E. (2016). El clima de la Ciudad de México, resultado del deterioro de la cuenca. Centro de Ciencias de la Atmosfera, Boletín UNAM-DGCS-1493.

Maya, E. (2008). Métodos y técnicas de Investigación. Una propuesta ágil para la presentación de trabajos científicos en las áreas de arquitectura, urbanismo y disciplinas afines. UNAM-FA.

Moreno, J., A. (2006). Sistemas y Análisis de Información Geográfica, Manual de autoaprendizaje con ArcGis. Ed. Alfaomega y Ra-Ma.

Pérez López (2005). Métodos estadísticos avanzados con SPSS. Instituto de estudios fiscales, U. Complutense.

Rojas, R. (1998). Guía para realizar investigaciones sociales. Ed. Plaza y Valdez.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). Los suelos de México, Dirección General de Gestión Forestal y Suelo. INEGI: Autor.

Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2014). Programa de Acción Climática Ciudad de México 2014 – 2020. Gobierno de la Ciudad de México: Autor.

Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2015). La visión de la Ciudad de México en materia de Cambio Climático al 2025. Gobierno de la Ciudad de México: Autor.

Secretaría de Medio Ambiente y Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento del Territorio. (2012). Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal. Gobierno del Distrito Federal: Autor.

Tejedo, S. P. (2007). Mejorando la calidad de la valoración del riesgo local de incendio: Aplicación al futuro parque nacional de la Sierra de Guadarrama. Oppidum. Universidad SEK. Segovia. 3(s/d), 381-413. Recuperado de: http://www.oppidum.es/oppidum-03-pdf/op03.17_tejedo.pdf.

Vallejo, R., y Valdecantos, A., (s/f). Incendios Forestales. Lucinda Land Care in Desertification Affected Areas From Science Towards Application. Serie folletos B, No. 2.

Gutierrez de MacGregor, María Teresa (2003). "Desarrollo y distribución de la población urbana en México" en Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, No. 50, UNAM, México.

Pino Hidalgo, Ricardo A. y Romero Regus, Luis. (2002). "Residuos sólidos urbanos, territorio y sistemas de información geográfica" en Revista Espacio y Diseño, No. 13/02, UAM-Xochimilco, México.

Secretaría de Desarrollo Social (2007), Costos y beneficios de los mercados formal e informal de suelo para familias con bajos ingresos, SEDESOL y UAM-Xochimilco, México.

Terrazas Revilla, Oscar (2003), "Centralidad y Globalización en la Ciudad de México" en Anuario de estudios urbanos 2003, UAM-Azcapotzalco, México.

Vladimir Libreros Muñoz, Héctor (2004). "La desigualdad espacial del consumo doméstico de agua en el Distrito Federal, México. Reflexiones a partir de un análisis estadístico factorial" en Documentos de trabajo, Serie Jóvenes investigadores, No. 3, FLACSO, México.