

MEDIO AMBIENTE

I. Marco teórico

El medio ambiente puede considerarse un capital que produce, a través de sus múltiples funciones, un flujo de bienes y servicios¹. El concepto de **Servicios Ambientales** denota las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los conforman, sostienen y nutren a la vida humana², por lo que son de gran importancia para el bienestar humano. Son definidos como los beneficios o contribuciones que las personas obtienen directa o indirectamente de los ecosistemas o de la naturaleza³. Los servicios ambientales fluyen hacia la sociedad y proporcionan un apoyo fundamental a la vida de la civilización. Desde el suministro de agua limpia hasta el control de la erosión; desde el suministro de alimentos hasta la regulación del clima; desde la recreación hasta la belleza escénica; todo lo necesario para que la vida humana transcurra es proporcionado por los ecosistemas de la Tierra.

La clasificación de los servicios ambientales distingue cuatro grandes categorías: 1) servicios de provisión que abarcan todos los productos obtenidos de los ecosistemas (i.e. materias primas como fibras, madera, agua y alimentos); 2) servicios de regulación incluyendo todos los beneficios obtenidos de la regulación de procesos ecosistémicos (i.e. la temperatura, ciclo del carbono); 3) servicios de soporte esenciales para la producción de todos los demás servicios (conformación del suelo, soporte de infraestructura), y finalmente 4) servicios culturales que involucran los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas (i.e. apreciación escénica o sitios recreativos⁴). El concepto de servicios ambientales ya ha sido incorporado por los tomadores de decisiones; por ejemplo, el Suelo de Conservación (SC) según la Ley Ambiental de la Ciudad de México (CDMX) (antes Distrito Federal, D.F), es el área que por sus características ecológicas brinda servicios ambientales⁵.

Tras su éxito en las esferas científicas y políticas, el concepto de servicios ambientales se está difundiendo ahora en las esferas de gestión local. Claro ejemplo de ello es el desarrollo de las áreas protegidas, los consejos de cuencas hidrográficas o la planificación territorial de zonas urbanas⁶. Uno de los desafíos para los políticos, administradores y planeadores del territorio es hacer operativo el concepto de servicios ambientales, de manera que sea significativo para los actores locales y útil para fomentar la gestión sostenible del territorio.

¹ Robert Costanza et al. "The value of the world's ecosystem services and natural capital." *Ecological economics* 25.1 (1998): 3-15.

² Gobierno del Distrito Federal (GDF). Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, México, D.F. 2012.

³ Sandra Díaz, et al. "Assessing nature's contributions to people." *Science* 359.6373 (2018): 270-272.

⁴ Millennium Ecosystem Assessment, M. E. A. "Ecosystems and human well-being." *Synthesis* (2005).

⁵ PAOT. "Sistema de Información del Patrimonio Ambiental y Urbano de la Ciudad de México". Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial. <http://200.38.34.15:8008/mapguide/sig/siginterno.php> (consultado el 22 - 5 - 2020).

⁶ Adrienne Grêt-Regamey, et al. "Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept." *Ecosystem Services* 26 (2017): 306-315.

Los servicios ambientales resultan relevantes para el mantenimiento y permanencia de las funciones de la ciudad, y por ende, de sus habitantes. Entre los servicios que brinda el SC de la CDMX están el suministro de agua e infiltración de misma a los mantos freáticos, regulación de la temperatura y microclimas, producción de oxígeno y reducción de los niveles de contaminación atmosférica, retención del suelo, reservorio de biodiversidad, producción agropecuaria, además de brindar belleza escénica junto con sitios recreativos y culturales para la población⁷. El marco conceptual de servicios ambientales es de gran utilidad principalmente porque **establece explícitamente las complejas relaciones y retroalimentaciones que existen por el acoplamiento entre los ecosistemas y los sistemas humanos, también llamados sistemas socioecológicos (SSE)**⁸.

Un SSE es un sistema abierto, con una serie de influencias que lo afectan⁹, como el crecimiento de la población, el cambio tecnológico, los efectos de los mercados, el comercio y el cambio climático. Los cambios políticos y las presiones de la globalización también se consideran influencias importantes en el SSE¹⁰. El enfoque de SSE descansa en la noción de que las fronteras entre los componentes sociales y los componentes ecológicos de los ecosistemas es arbitraria. En realidad, dichos componentes están estrechamente relacionados, por lo que —para un análisis— un sistema se estructura dilucidando sus conexiones entre variables sociales y ecológicas en un determinado espacio¹¹. Las ciudades son SSE caracterizados por complejas redes de componentes que interactúan entre sí, lo que hace que la gestión desde un enfoque de resiliencia y sustentabilidad en las zonas urbanas sea un objetivo difícil de alcanzar¹².

El reto de la sustentabilidad en las ciudades puede ser abordado a través de una planeación y gestión del territorio que busque potenciar el bienestar social, económico y ecológico. En ese sentido, la planeación de la Ciudad de México (CDMX) debe basarse en su Constitución Política (CPCDMX), la cual busca la consolidación del Estado como garante de los derechos humanos y de las libertades inalienables de las personas. El acoplamiento entre el enfoque de la sustentabilidad y de los derechos de ciudad debe contemplar el papel protagónico de los ecosistemas existentes, y por ende, el cuidado de su integridad. Garantizar la disponibilidad y el acceso a los derechos en la CDMX, y elevar los niveles de bienestar de sus habitantes, depende en gran medida de la provisión de los servicios ambientales que el SC brinda. Dicha provisión está relacionada con el derecho a la vida digna, derecho al agua y a su saneamiento, derecho a un medio ambiente sano, derecho al espacio público y el derecho a la seguridad urbana y a la protección civil, porque el mantenimiento de los servicios que este proporciona, mitiga los impactos de fenómenos de carácter natural y antropogénico.

⁷ Gobierno del Distrito Federal (GDF). Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, México, D.F. 2012.

⁸ Claudia Binder, et al. "Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems." *Ecology and Society* 18.4 (2013).

⁹ F. Berkes, et al. "1998 Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge." *Development* 18.1 (1925): 71-82.

¹⁰ Johan Colding and Barthel Stephan. "Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later." *Ecology and Society* 24.1 (2019).

¹¹ G. Zurlini, I. Petrosillo, and M. Cataldi. "Socioecological systems." *choice* 21 (2008): 296-302.

¹² Rafael Calderón-Contreras y Laura Elisa Quiroz-Rosas. "Analysing scale, quality and diversity of green infrastructure and the provision of Urban Ecosystem Services: A case from Mexico City." *Ecosystem services* 23 (2017): 127-137.

A pesar de la absoluta certeza en torno a la importancia de los servicios ambientales para el bienestar socio-ecológico y el desarrollo sustentable, el acceso a estos en las ciudades puede llegar a ser extremadamente inequitativo para sus habitantes. Los responsables de las grandes afectaciones y del cuidado de la integridad eco sistémica también suelen estar fuertemente sectorizados. Sin duda, los derechos de ciudad en la CDMX exponen las co-responsabilidades en términos de derechos y deberes entre la sociedad, las instituciones y la industria, pues buscan el ejercicio pleno de los derechos humanos, la función social de la ciudad, su gestión democrática, la justicia territorial, la inclusión social y la distribución equitativa de bienes públicos con la participación de la ciudadanía. Por ello, visualizar y vincular las co-responsabilidades, y basarse en los principios de los derechos humanos: universalidad, interdependencia, indivisibilidad, complementariedad, integralidad, progresividad y no regresividad, es clave para que la planeación del territorio sea viable social y ambientalmente y pueda sostenerse en el tiempo.

II. Dinámicas metropolitanas que afectan el cumplimiento de los derechos en Medio Ambiente

En materia de Medio Ambiente, la dinámica de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) tiene una estrecha relación con la garantía de derechos de las habitantes de la CDMX, con énfasis en el derecho de un Medio Ambiente Sano y al Agua.

El crecimiento poblacional, la expansión territorial (predominante de la mancha urbana), así como la movilidad laboral y de mercancías intrínseca asociada a la concentración y distribución espacial de la industria, el comercio y los servicios son las principales problemáticas que se identifican en la ZMVM. Éstas tienen una serie de impactos que inciden o que agrava el incumplimiento del derecho humano a un medio ambiente sano y al agua en los habitantes de la CDMX.

Dentro de los principales impactos identificados se encuentra la disminución de áreas verdes o de valor ambiental, dado su componente de biodiversidad y de servicios ambientales que contribuyen a los habitantes de las ZMVM, elementos que no obedecen o distinguen una lógica de regiones administrativas, siendo la principal causa el crecimiento poblacional.

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)¹³, desde de 1980 a 2010 la ZMVM presenta un incremento poblacional de 1.42%, que ha venido acompañado con un crecimiento de la superficie construida, con una estimación aproximada de 3.57 veces más respecto a la superficie reportada en 1980, lo cual se traduce en una expansión formal (mancha urbana) e informal (asentamientos humanos) de la ZMVM.

Para el 2030, como expectativa de la expansión de la mancha urbana se estima una concentración sobre todo hacia la parte norte de la ZMVM. Destacando el incremento en

¹³ SEDATU. 2015. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015. CDMX, México. En línea: www.gob.mx/conapo/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015

los municipios de Texcoco, Zumpango, Tecámac y Tizayuca, que será de más de 2,000 hectáreas, con lo que para entonces casi 90% del territorio de Tizayuca estará ocupado por asentamientos humanos¹⁴. Cabe destacar que, dentro de la expansión urbana, hay un impacto significativo en la frontera agropecuaria, dado que para en el intervalo 2000-2015 se reporta una conversión de 97,598 ha, mientras que por expansión de la superficie agropecuaria es alarmante, pues se avizora una disminución en 66 000 hectáreas, lo que significa pasar de 27% en 2015, a 21% en 2030¹⁵.

Esta dinámica, en convergencia con la tala ilegal, las actividades de minería de material pétreo, la persistencia de prácticas agrícolas insustentables (i.e. avena y papa), entre otros, han impactado en una disminución de la cobertura forestal. Se reporta 6,949 hectáreas en la primera década del siglo, dado que en el año 2000 se contaba con 198,295 ha y, para el año 2010, con 191,346 ha. De seguir con esa tendencia se estima que para el año 2030, disminuya 7.1% de la superficie forestal de la ZMVM¹⁶.

Este crecimiento poblacional también incide en el suministro, consumo y manejo del agua, así como en la contaminación de cuerpos de agua superficiales y del subsuelo, propiciando un decremento en la disponibilidad del agua, situación que pone a la ZMVM en un nivel de alto estrés hídrico¹⁷. Este incremento en la demanda de agua, la degradación de las áreas de captación y los efectos del Cambio Climático, han propiciado que los sistemas de abastecimiento no lleguen a operar al límite de su capacidad, lo que se refleja en un déficit anual de 22.6 m³/segundo.¹⁸

Aunado a lo anterior, otra dinámica que afecta directamente en el derecho a un ambiente sano es la contaminación ambiental, dada la contaminación atmosférica y por ende la calidad del aire en la CDMX. En la ZMVM principalmente se generan O₃ y las PM10, que tienen su origen tanto por las industrias localizadas en el norte de la ZMVM (sobre todo en algunos municipios conurbados, tales como Naucalpan y Tlalnepantla de Baz), como por los escapes de la planta vehicular que circula por la metrópoli¹⁹. Dada las características fisiográficas de la cuenca y, en combinación con dirección de los vientos predominantes en la cuenca de la ZMVM (NE a SO), facilitan la acumulación de una gran cantidad de contaminantes en el aire. Además, debido a la altitud a la que se encuentra la ZMVM, continuamente se presenta el fenómeno de inversión térmica el cual ocasiona un estancamiento temporal del aire en la atmósfera; sumado a esto, cuenta con una limitada

¹⁴ Corona Romero, Nirani (2016). Modelo Espacial y pronóstico de la expansión de la mancha urbana, 1995-2030. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

¹⁵ Jiménez Ortega, A.D. y Galeana Pizaña, J.M. (2016). Tendencia dominante en la funcionalidad del espacio urbano-rural en la cuenca de México. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

¹⁶ Núñez Hernández, J.M. y Romero, M. (2016). Imperativos para una Ciudad sustentable: áreas arboladas y planeación territorial. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

¹⁷ CONAGUA. 2017. Estadísticas del agua en México. Edición 2017. CDMX, México. En línea: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf

¹⁸ Baca-Servín, S. P. (2016). El desbalance hídrico en la cuenca de México y el cambio del microclima. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

¹⁹ Castro, M. E. M., & Neria, J. P. (2003). La contaminación atmosférica en el sur de la zona metropolitana del valle de México. Revista del Instituto Nacional de Enfermedades.

circulación del viento al encontrarse rodeada por cadenas montañosas y, además, la formación del ozono se ve favorecida debido a la intensa radiación solar que recibe²⁰.

En este contexto, principalmente derivado de fuentes móviles, la ZMVM contribuye con más de 62 gigatoneladas de gases de efecto invernadero²¹, lo cual tiene un impacto directo en temas de cambio climático y la presencia de islas de calor. Ejemplo de lo anterior se explica por la cantidad de personas que laboran en la CDMX y, que radican en otra entidad. En 2015, se reporta que aproximadamente el 27.3% de las personas ocupadas en la CDMX radican en algún municipio de otra entidad²².

Además, se considera que también influye en este resultado, el deficiente manejo de residuos sólidos y la presencia de basureros al aire libre (rellenos sanitarios sin control) en áreas situadas al norte de la ZMVM, donde se estima una generación de 21 mil toneladas de residuos sólidos al día²³. El mal manejo de desperdicios sólidos genera un riesgo para el suelo, agua y la calidad del aire, como consecuencia de insuficiente infraestructura y una escasa supervisión del cumplimiento de las normas de tratamiento de residuos. Aunado a lo anterior, no se cuenta con instrumentos de política sólidos que alienten la reducción y el reciclaje de desperdicios a nivel metropolitano²⁴

Al transitar hacia una economía circular en la CDMX, no puede perderse de vista el compromiso de avanzar hacia el logro de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), simultáneamente, para el año 2030 (no más de diez años y después de haber perdido lo logrado en los últimos diez años). Por ello, el primer objetivo a cumplir es el número 17 relativo al establecimiento de alianzas para lograr los objetivos, desde lo local, para proteger la salud, el bienestar, los derechos humanos y los recursos naturales.

Diferentes instrumentos se han establecido o proyectado para lograr la vinculación y coordinación regional metropolitana (por ej. la iniciativa de Ley de Desarrollo Metropolitano del Valle de México), o para mejorar la calidad del aire en los estados vecinos de la CDMX (Comisión Ambiental Megalopolitana), que pueden facilitar que el enfoque que se propone se extienda más allá de las fronteras de la ciudad. Ello con base en el diagnóstico realizado a partir de los datos del inventario de residuos sólidos 2019, que muestra que la mayoría de los residuos reciclables que manejan los prestadores de servicios registrados en el RAMIR, tienen como destino final otras entidades. Lo mismo puede decirse del interés de contener el traslado ilegal a través de las fronteras de los estados metropolitanos de residuos de la construcción o de otra índole que van a parar al ambiente. Sin olvidar que se ha identificado que las partículas virales del COVID-19 pueden viajar adheridas a las partículas suspendidas de residuos de la construcción que se liberan al ambiente durante

²⁰ SEDEMA. (2007). Agenda ambiental de la Ciudad de México : programa de medio ambiente, 2007-2012. México: SEDEMA.

²¹ SEDEMA. 2018. Inventario de Emisiones de la Ciudad de México 2016. Contaminantes criterio, tóxicos y compuestos de efecto invernadero. CDMX, México. En línea: www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-2016/mobile/#p=1

²² Anzaldo Gómez, C. (2016). Funcionalidad territorial y delimitación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México desde la perspectiva de flujos laborales. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

²³ Comisión Ambiental Metropolitana (2010). Agenda de Sustentabilidad Ambiental para la Zona Metropolitana del Valle de México. México: Comisión Ambiental Metropolitana (CAM). Primera edición.

²⁴ OECD. (2015). OECD Territorial Reviews: Valle de México, Mexico. OECD.

su transporte o abandono a cielo abierto. Es importante hacer notar que en 2020 las secretarías de medio ambiente de la CDMX y del Estado de México firmaron un convenio para apoyarse mutuamente en el logro de los fines del Programa Basura Cero Plan de Acción de Economía Circular.

III. Temas medioambientales de relevancia estratégica

Incorporar de manera adecuada la gestión del Medio Ambiente de la CDMX en su camino hacia la sostenibilidad, constituye una meta acorde con los objetivos planteados en la agenda de los Derecho a la Ciudad con visión 2035 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). En ese sentido, se deben incluir mecanismos de gestión que garanticen el mantenimiento, acceso justo y equitativo a los servicios ambientales para el beneficio de la ciudadanía. Al cumplimiento de este objetivo, se deben sumar acciones para gestionar a la CDMX buscando disminuir la huella ecológica, aumentar la eficiencia territorial, la resiliencia, la inclusión, la diversidad y la compactación. Además de transitar a la planeación ambiental sustentable del territorio, garantizando espacios, infraestructura y servicios públicos de calidad, y facilitando el acceso equitativo a oportunidades que promuevan el desarrollo económico sostenido y responsable en el tiempo.

La materia de relevancia estratégica de Medio Ambiente está compuesta por 4 temas:

- Áreas verdes urbanas y áreas naturales protegidas
- Biodiversidad
- Servicios ambientales
- Contaminación ambiental

Los principales atributos territoriales de la materia de relevancia estratégica de Medio Ambiente son las Áreas Verdes, las Áreas de Valor Ambiental, las Áreas Naturales Protegidas, así como los ecosistemas forestales embebidos en el SC (mapa 1). **La importancia radica en la estrecha relación con la provisión de servicios ambientales y biodiversidad que estos albergan.** Por su parte, en el tema de Contaminación Ambiental, las fuentes predominantes se asocian con las zonas industriales y comerciales, así como con vías primarias principales de las alcaldías de Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Coyoacán y Azcapotzalco. Cabe destacar, que los temas de Residuos Sólidos convergen en el ámbito de urbano, principalmente asociado con aquellas alcaldías que presentan una mayor generación per cápita de residuos sólidos (Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza).

En la Ciudad de México existe un conjunto amplio de espacios verdes que contribuyen con una diversa gama de servicios ecosistémicos. Se identifican bosques densos y continuos, bosques intervenidos; humedales; barrancas con relictos de vegetación natural; agricultura, pastizales, matorrales, pastos, arbustos, arboledas, parques y jardines, arbolado urbano en camellones, avenidas y jardinerías, panteones, predios baldíos y jardines privados, los cuales clasifican en: Áreas Verdes (AV), Áreas de Valor Ambiental (AVA) y Áreas Naturales protegidas (ANP). Desde un enfoque ecosistémico, estos espacios conforman un

entramado de servicios en buena medida responsables del bienestar y salud de la ciudad y de sus habitantes.

Las AV se clasifican en diversas categorías de manejo de acuerdo con la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal, administradas por las alcaldías, la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y la Secretaría de Obras y Servicios. Es importante señalar que las AVA y la ANP no se consideran dentro de las categorías de AV, aunque pueden existir áreas verdes con alguna categoría de protección. Por su parte, las AVA son áreas verdes en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser restauradas o preservadas, en función de que aún mantienen ciertas características biofísicas y escénicas, las cuales les permiten contribuir a mantener la calidad ambiental de la Ciudad.

Las categorías de AVA de competencia de la CDMX son bosques urbanos y barrancas. Si bien las AVA son áreas verdes, generalmente se trata de espacios verdes que físicamente tienen mayores dimensiones y que también de manera general presentan vegetación más conservada o nativa de la zona y que están sujetas a presiones que precisan de una categoría de manejo establecida mediante decreto para especificar limitaciones, modalidades al uso del suelo y destinos, así como, en su caso, los lineamientos para el manejo de los recursos naturales del área establecidos en su programa de manejo.

Por su parte, las ANP son espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por actividades antropogénicas o que requieren ser preservadas y restauradas, por su estructura y función para la recarga del acuífero y la preservación de la biodiversidad. Son áreas que por los servicios ecosistémicos que proporcionan a la población, hacen imprescindible su preservación. En este contexto, la Ciudad de México está conformada por una estructura de espacios verdes agrupados en 3 categorías distintas de áreas verdes, descritas a continuación (cuadro 1):

Cuadro 1. Áreas verdes, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas de la Ciudad de México

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría</i>	<i>Número de áreas con protección</i>	<i>Superficie (ha)</i>
<i>Áreas verdes</i>	Áreas con características de protección	1	0.97
	Áreas con categoría de protección	31	717.83
	Áreas con vegetación reminiscente	68	196.46
	Áreas verdes complementarias o ligadas a la red vial	5,776	953.01
	Áreas verdes con estructura urbana	36	2.35
	Áreas verdes urbanas fragmentadas	312	335.42
	Equipamientos urbanos con vegetación	3,653	2,847.91
	Forestación urbana	4	2.53
	Parques, arboledas y alamedas	1,538	1,266.99
	Plazas y jardines	315	364.96
	Vivero	5	42.76
	Áreas verdes sin categoría	NA	5,054.17 *
<i>Áreas de Valor Ambiental</i>	Bosques Urbanos	5	901.26 **
	Barrancas	29	1,126.10
<i>Áreas Naturales Protegidas</i>	ANP Federales: Parques Nacionales	8	5,269.30 ***
	ANP CDMX: Zonas de Conservación Ecológica	4	623.89 ****
	ANP CDMX: Zonas de Protección Hidrológica y Ecológica	1	25.01
	ANP CDMX: Zona Ecológica y Cultural	2	374.63
	ANP CDMX: Zona Sujeta a Conservación Ecológica	5	4,438.12
	ANP CDMX: Reserva Ecológica Comunitaria	4	9,401.36
	ANP CDMX: Zona de Protección Especial	1	47.76

Fuente: Elaboración propia a partir de Presente y Futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México (PAOT, 2010²⁵) e Inventario de Áreas Verdes (SEDEMA, 2020²⁶).

*Valor estimado a partir del estudio Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México (PAOT, 2010) y que resulta de restar el total de AV urbanas identificadas en este estudio (11,289.97 ha) a las áreas verdes dentro de las categorías de manejo de AV y AVA. **Las superficies de las barrancas de Barrilaco y Dolores, están incorporadas a la superficie del Bosque de Chapultepec. ***El ANP de Cerro de la Estrella en categoría de Parque Nacional, cuenta también con un decreto de Zona Ecológica y Cultural, por lo que su superficie se refleja en ambas categorías. ****El ANP Sierra de Santa Catarina en categoría de Zona Ecológica y Cultural, cuenta también con un decreto de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, por lo que su superficie se refleja en ambas categorías.

Aunado a la clasificación administrativa antes descrita, existen un conjunto de ecosistemas naturales que forman parte de otro tipo de propiedad social, entre los que se encuentran matorrales, pastizales de alta montaña, bosques de encino, oyamel y pino. De acuerdo con la cobertura de suelo 2018 del sistema MAD-Mex²⁷ (Monitoring Activity Data for the Mexican

²⁵ PAOT (Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial). Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México. Primera Edición. Distrito Federal, México: PAOT. México. 2010.

²⁶ Secretaría del Medio Ambiente. Inventarios de Áreas Verdes. <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/inventario-de-areas-verdes>

²⁷ CONABIO. Monitoring Activity Data for the Mexican REDD+ program https://monitoreo.conabio.gob.mx/snmb_charts/descarga_datos_madmex.html

REDD+ program) de CONABIO, el Bosque de Pino es el de mayor extensión abarcando 73.4% del total, seguido por los bosques de Oyamel (20.9%), los pastizales de alta montaña (3.2%), bosques de encino (2.4%) y matorrales (0.2%). En conjunto las coberturas naturales ocupan 64% del SC. A continuación, se ilustra las estimaciones promedio de servicios ambientales y de biodiversidad por tipo de ecosistema (cuadro 2).

Cuadro 2. Servicios ambientales por tipo de vegetación de la Ciudad de México

<i>Tipos de vegetación</i>	<i>Aptitud de infiltración (mm/día)</i>	<i>Carbono almacenado en biomasa aérea (Ton/has)</i>	<i>Riqueza de mamíferos (número de especies)</i>	<i>Riqueza de aves (número de especies)</i>	<i>Riqueza de anfibios (número de especies)</i>	<i>Riqueza de reptiles (número de especies)</i>
<i>Bosques de Oyamel</i>	2.28	85.38	29.56	102.21	10.05	11.92
<i>Bosques de Pino</i>	2.44	59.13	41.14	107.37	11.38	17.57
<i>Bosques de Encino</i>	2.48	39.25	32.24	72.85	5.19	10.66
<i>Matorrales</i>	2.66	18.07	30.21	55.03	1.61	9.01
<i>Pastizales</i>	2.71	39.46	37.64	68.45	7.61	13.82
<i>Humedales</i>	0.6	32.5	23	79	6	10

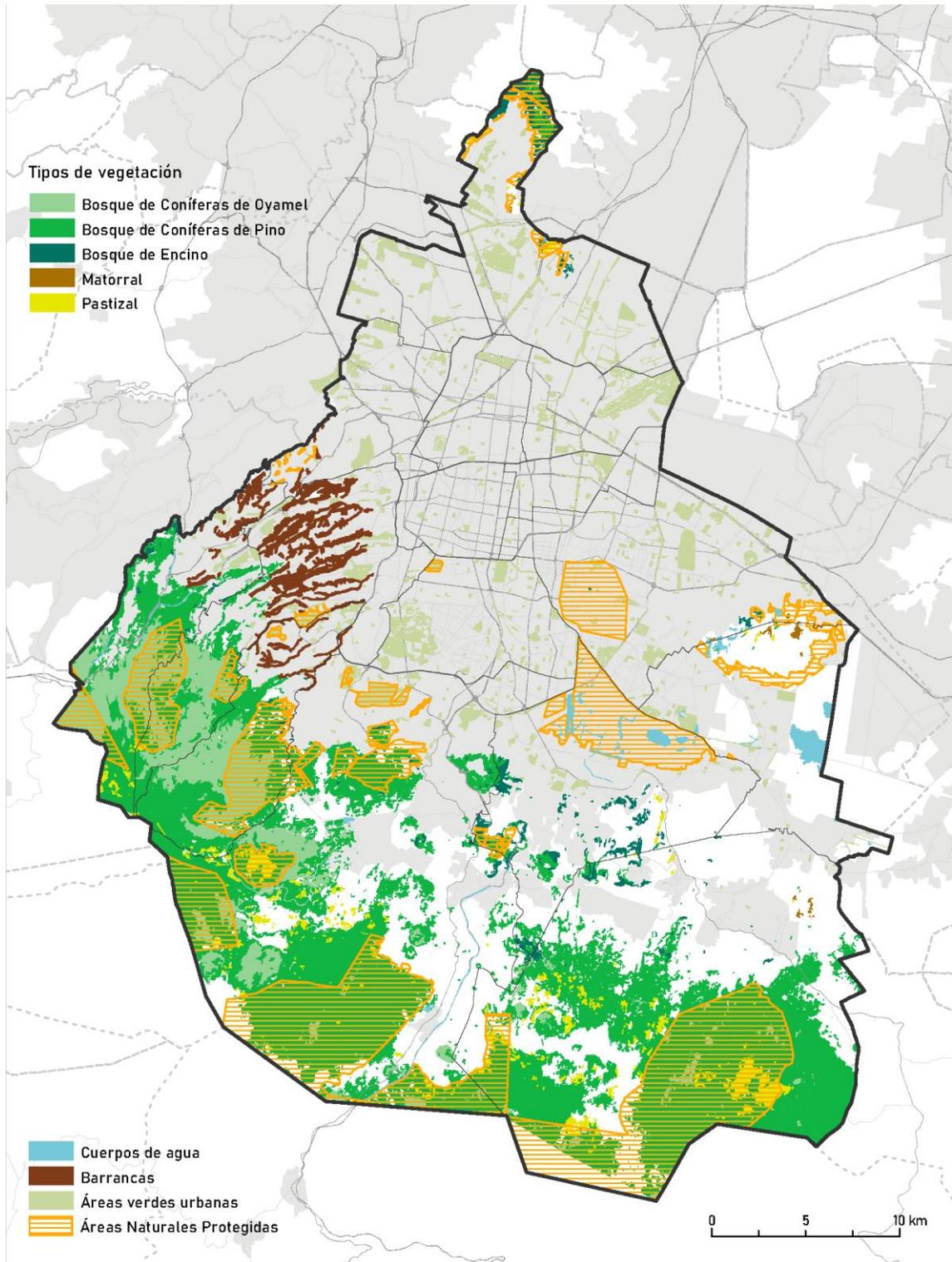
Fuente: Elaboración propia con base en datos de GDF, 2012²⁸

Cabe destacar el tema de los humedales, que por su tipo de régimen pueden ser naturales o artificiales; temporales o permanentes; de forma estancada o con corrientes; de agua salada, salobres o dulces; y por su ubicación pueden ser marinos, lacustres o palustres. Son áreas prioritarias para la conservación, son reconocidas en la Política Nacional de Humedales de México, por los bienes y servicios que prestan a la sociedad²⁹. En CDMX, hay nueve zonas reconocidas como humedales: el Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, las cuales son Áreas Naturales Protegidas y se encuentran en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de la Convención de Ramsar; lago de Tláhuac, el río Magdalena, el río de los Remedios, el río Buenaventura; los lagos de Chapultepec, de San Juan de Aragón y el Canal Nacional (CONABIO, 2020). Se ha reportado que estos captan 70% del agua utilizada para diversas actividades en la cuenca del Valle de México (ALDF, 2015), además los servicios ambientales que prestan contribuyen a la contención de los factores de riesgo y vulnerabilidad.

²⁸ Gobierno del Distrito Federal (GDF). Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, México, D.F. 2012.

²⁹ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2017). La importancia y beneficios de los Humedales: Ciclo de videoconferencias. En: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/la-importancia-y-beneficios-de-los-humedales-ciclo-de-videoconferencias> Consultado 7 enero 2021.

Mapa 1. Principales atributos territoriales de la materia de relevancia estratégica de Medio Ambiente



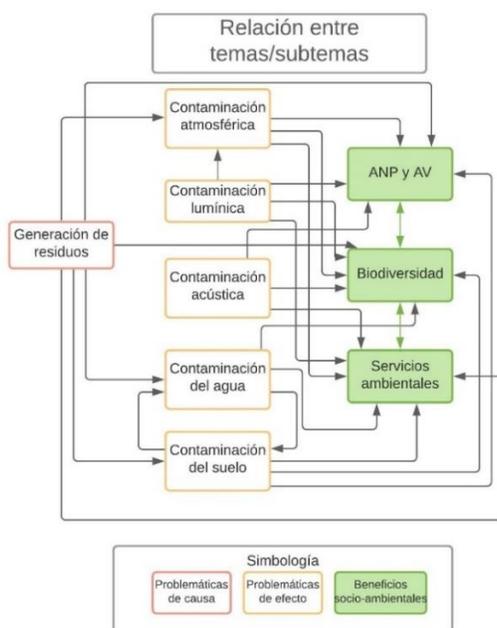
Fuente: Elaboración propia con base en datos de SEDEMA y CONABIO.

IV. Problemáticas ambientales en la Ciudad de México con visión de derechos

En la materia de relevancia estratégica de Medio Ambiente, todos los temas están relacionados (figura 1), sin embargo, los temas de biodiversidad, servicios ambientales, y de las áreas verdes y áreas naturales protegidas están estrechamente vinculados con la provisión de beneficios para la población de la CDMX. La biodiversidad —entendida como el número de especies de organismos vivos y sus genes— conforman los ecosistemas, que son la base que sostienen la vida humana. La biodiversidad brinda múltiples beneficios a las personas, que se han enmarcado en el concepto servicios ambientales, que denota que los ecosistemas naturales, sus múltiples procesos y funciones son necesarios para las sociedades.

En la CDMX, los servicios ambientales están contenidos en el SC, que abarca 59% de la extensión total de la ciudad, más los relictos de vegetación (nativa y exótica) contenidos en alguna de las siguientes categorías: Áreas Verdes (AV), Áreas de Valor Ambiental (AVA) y Áreas Naturales Protegidas (ANP)³⁰. Garantizar el acceso suficiente y de calidad a los servicios ambientales que proveen los ecosistemas del SC, y las áreas naturales y verdes en la CDMX se convierte en un derecho a la ciudad que legítimamente posee cada habitante.

Figura 1. Interacciones entre los temas/subtemas de Medio Ambiente

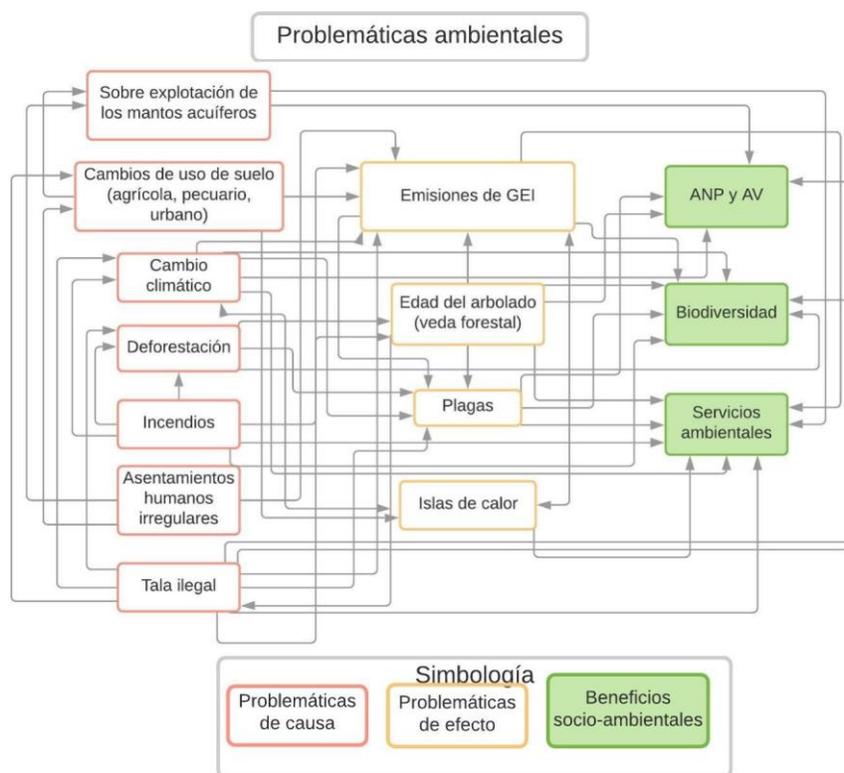


Fuente: Elaboración propia.

³⁰ Gobierno del Distrito Federal (GDF). Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal. Secretaria del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, Mexico, D.F. 2012.

Entre los principales problemas a los que se enfrentan estos tres temas están la presión por la creciente urbanización y presencia de asentamientos irregulares, la expansión de tierras de uso agropecuario, la contaminación del aire, agua y suelo, así como la presencia de incendios forestales³¹. A continuación (figura 2), se describen las principales problemáticas para los temas biodiversidad, servicios ambientales, áreas verdes y áreas naturales protegidas, con el fin de identificar las complejidades transversales de la representación y planeación territorial en términos ambientales.

Figura 2. Problemáticas ambientales de la Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia.

Los bosques del SC se enfrentan a presiones que ponen en riesgo su mantenimiento y, como consecuencia, a los bienes y servicios ambientales. Una de ellas es la deforestación y fragmentación. La **deforestación** se entiende como el cambio de ecosistemas forestales a otros usos de la tierra por factores humanos o naturales³². La deforestación se ha convertido en un tema recurrente y de enorme preocupación para comunidades,

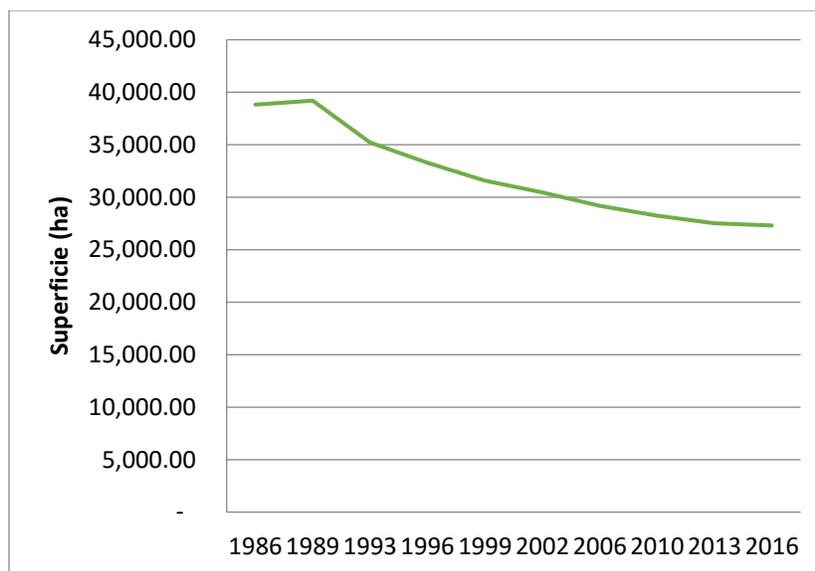
³¹ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SEDEMA). "La biodiversidad en la Ciudad de México". CONABIO/SEDEMA. México. 2016

³² FAO. "El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra." (2016).

organizaciones de la sociedad civil, así como para instituciones gubernamentales del sector de medio ambiente, principalmente, debido a la pérdida de hábitat, que permite la reproducción del material genético de cientos de especies de flora y fauna silvestres, y que, de igual modo, afecta las condiciones fisicoquímicas de los suelos. De esta manera, una región deforestada habrá perdido un conjunto amplio de valores que no podrán recuperarse durante décadas o cientos de años. Además, la deforestación trae consigo otros impactos severos como son la expansión de especies invasoras, la contaminación de los acuíferos y cuerpos de agua, el aumento de la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos, entre otros³³.

La cobertura forestal del SC en 30 años pasó de 38,833 hectáreas a 27,305 hectáreas, con tasas anuales de pérdida variadas; para el intervalo 1986-1993 se perdieron en promedio 540 hectáreas (ha) por año; entre 1993-1999 aumentó la tasa anual a 617 ha, posteriormente entre 1999-2010 hubo un descenso a 300 hectáreas de pérdida anual, y finalmente entre 2010-2016 la tasa fue de 155 ha/añal (gráfico 1). Sin embargo, con base a un escenario tendencial al año 2030 (modelo de agotamiento exponencial), resultado de la calibración de un modelo prospectivo con el periodo 1986-2010, se estima una pérdida en promedio de 219 hectáreas anuales entre 2010-2030.

Gráfico 1. Dinámica temporal de cobertura forestal del Suelo de Conservación



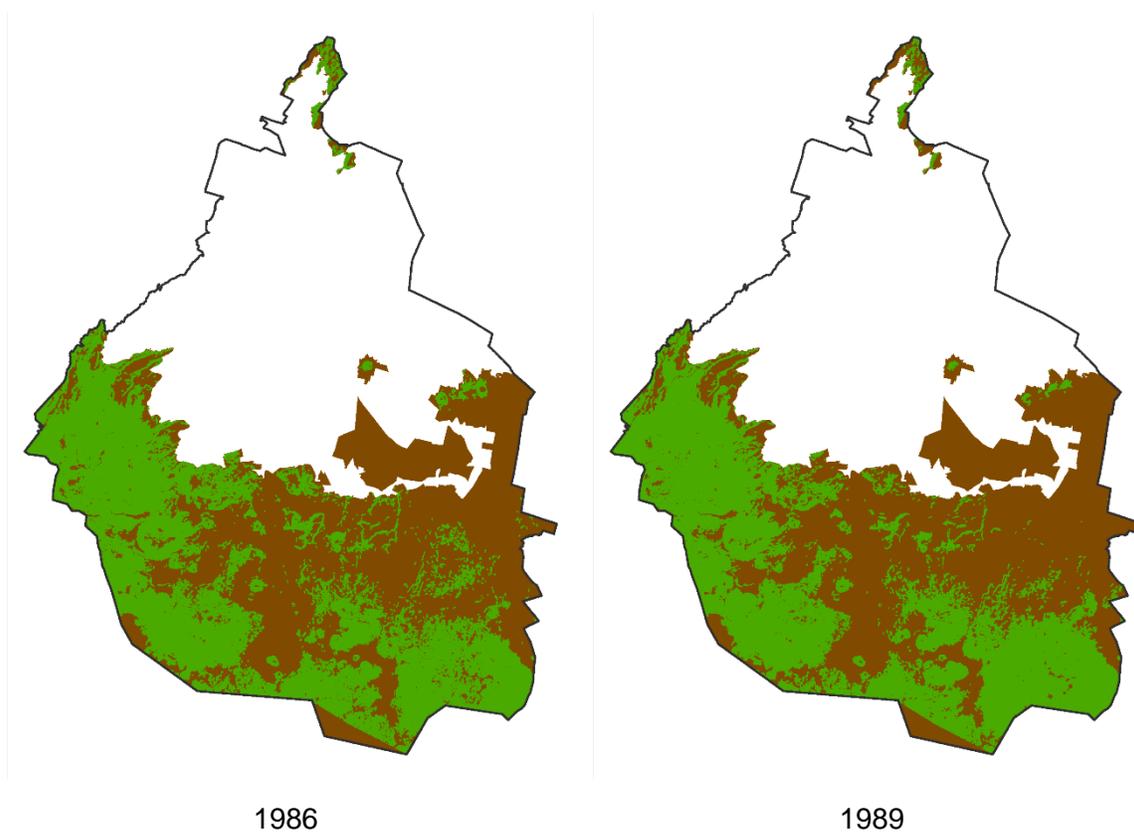
Fuente: Elaboración propia con base en datos de CentroGeo.

Las zonas con mayor grado de vulnerabilidad a la deforestación se localizan al poniente de la CDMX, en las Áreas Naturales Protegidas del Parque Nacional Desierto de los Leones y las Reservas Ecológicas Comunitarias (REC) de San Bernabé Ocotepc y San Nicolás

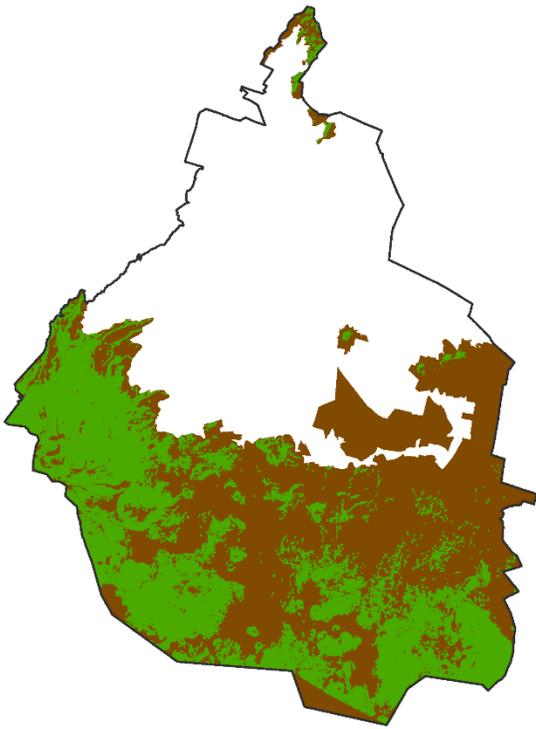
³³ Eric Lambin, et al. "The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths." *Global environmental change* 11.4 (2001): 261-269.

Totolapan, así como en el REC de Milpa Alta, al sur de esta alcaldía³⁴. Y en términos de la pérdida de cubierta forestal, la mayoría ocurre en las alcaldías de Cuajimalpa, Tlalpan y La Magdalena Contreras (mapa 2).

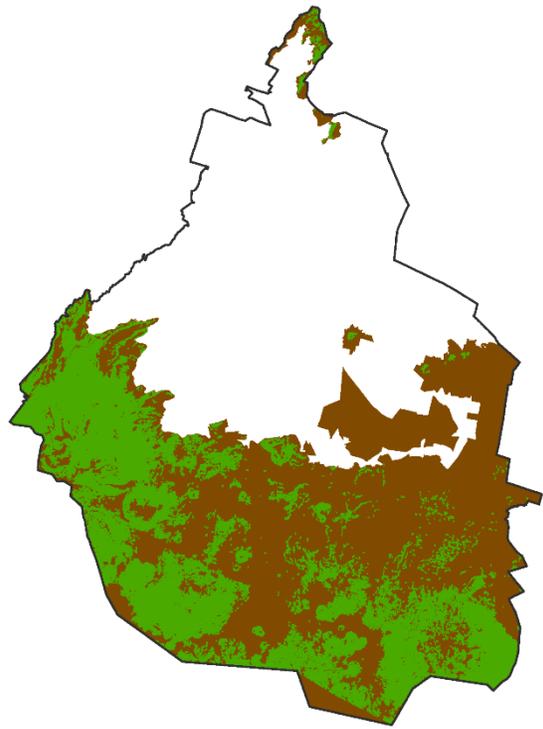
Mapa 2. Deforestación y fragmentación 1986 – 2016



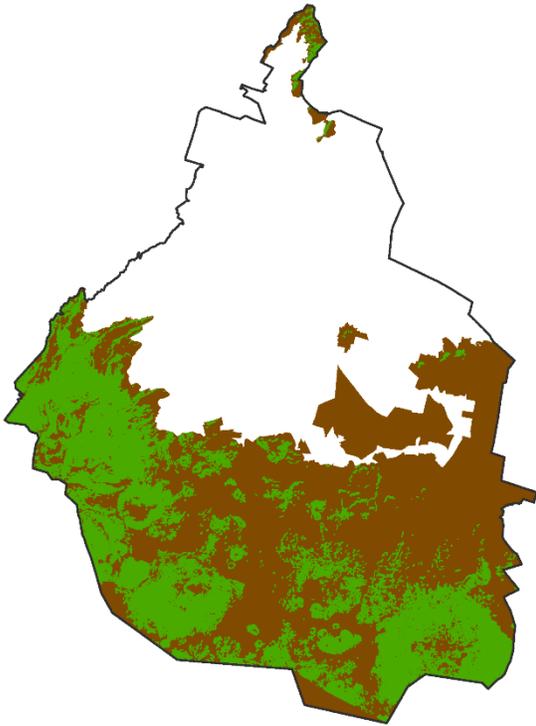
³⁴ Gobierno del Distrito Federal (GDF). Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, México, D.F. 2012.



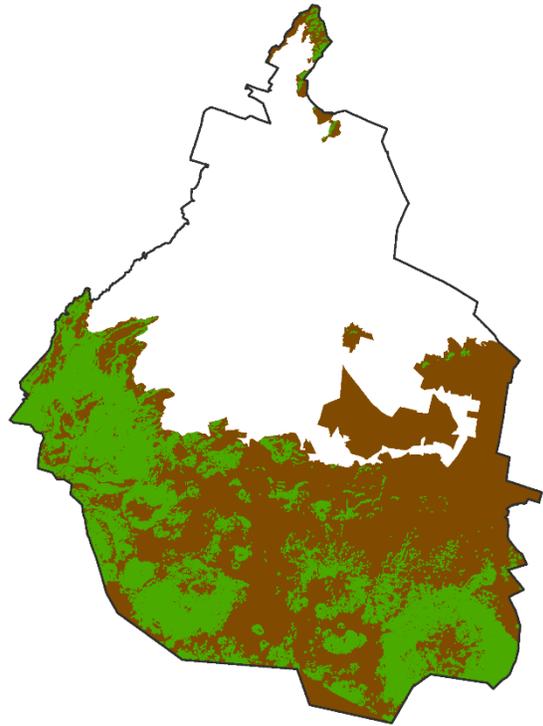
1993



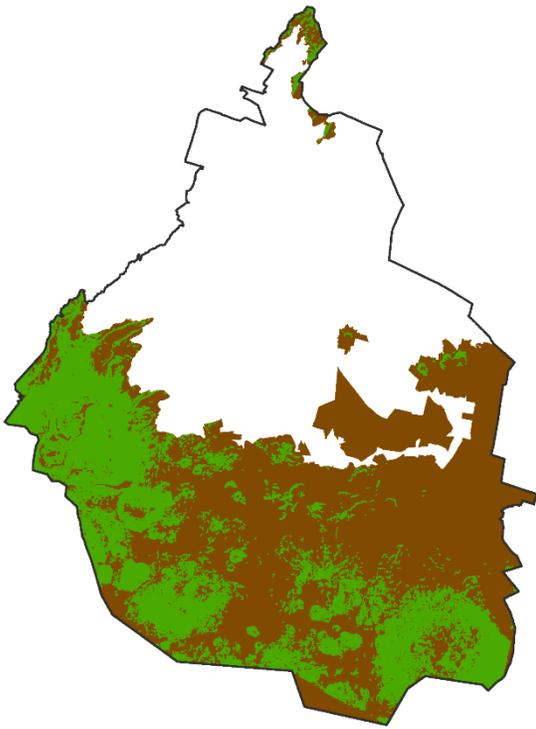
1996



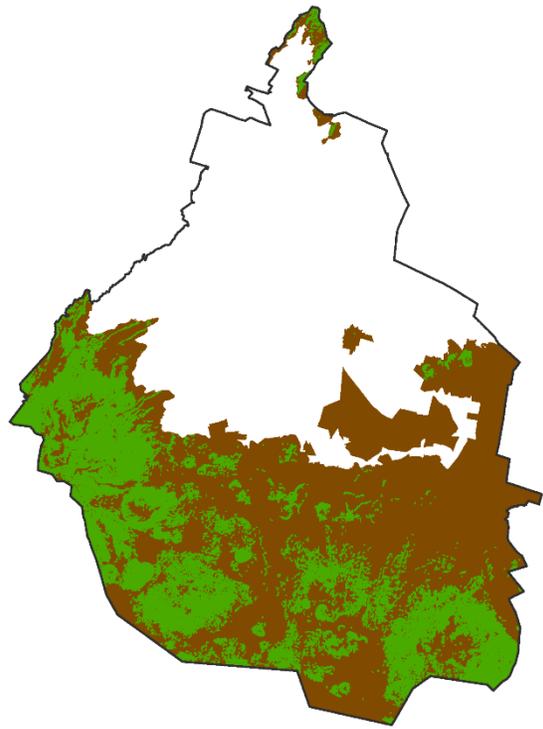
1999



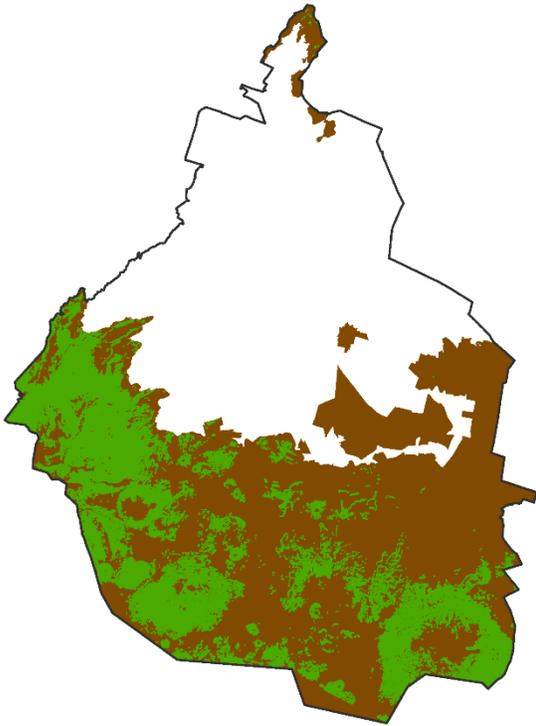
2002



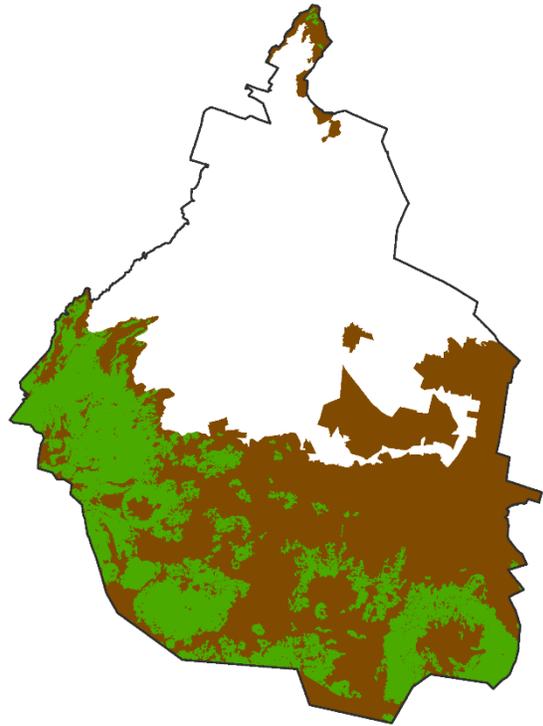
2006



2010



2013



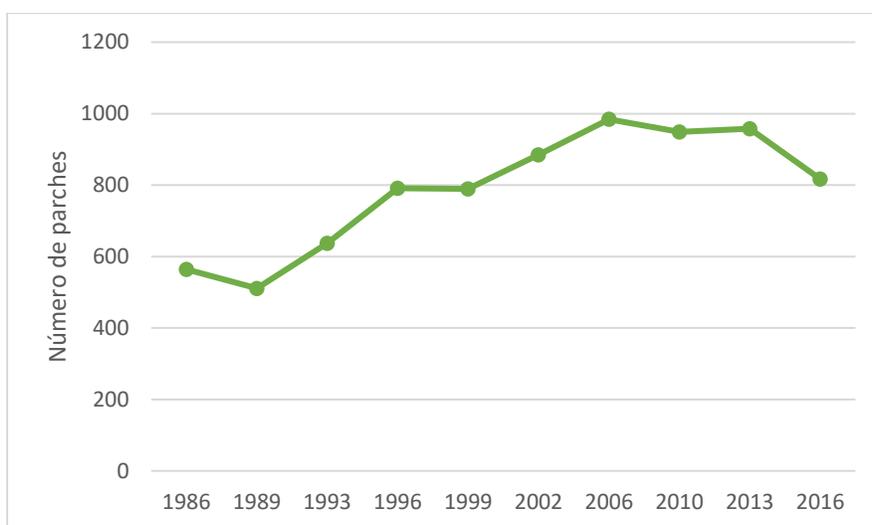
2016

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CentroGeo.

La **fragmentación del bosque** está caracterizada por el número de parches. La fragmentación de la vegetación contribuye significativamente en la pérdida de servicios ambientales, especialmente los relacionados con disponibilidad de hábitat y conectividad. A mayor número de parches, mayor pérdida de servicios ambientales.

Entre 1986-1993, el número de parches era de 570 con un área promedio de 67 ha; entre 1993-1999 el número de parches aumentó a 790; entre 1999-2010 se incrementó hasta 939 parches, y finalmente, entre 2010-2016 disminuyó a 817 el número de parches con un área promedio de 35 ha (gráfico 2). Estas pérdidas implican una fragmentación significativa, caracterizada por un aumento al doble de parches y su consecuente disminución a la mitad del área promedio de vegetación en un lapso de 30 años. La fragmentación de los bosques en la CDMX ocurre principalmente en las alcaldías de Milpa Alta, Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón, La Magdalena Contreras y Tlalpan.

Gráfico 2. Número de parches de cobertura forestal en el SC.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de CentroGeo

La **veda forestal** en la Ciudad de México, fue implementada de manera indefinida, ante los esquemas de manejo forestal inapropiados en el suelo de conservación. Este esquema prohíbe el aprovechamiento comercial de madera y el manejo selectivo de los mejores individuos del bosque, propiciando así la conservación de los recursos naturales³⁵.

Lo anterior ha propiciado una serie de dinámicas vinculadas a los pobladores de los núcleos agrarios, apegados a sus usos y costumbres, los cuales extraen ilegalmente madera verde. Se han tipificado otros ilícitos forestales en el SC asociado a los recursos maderables: Derribo de árboles; transporte de madera en rollo; transporte y venta de carbón vegetal; transporte y venta de leña combustible; transporte de leña en raja para celulósicos;

³⁵ Comisión Nacional de Áreas Forestales (CONAFOR)., (2020). Análisis de los recursos naturales del distrito federal en el contexto de la veda forestal (bosques, ecosistemas forestales y arbolado). En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126299/Estudio_de_factibilidad_extraccion_de_cera-_Analisis_de_Recurso_Naturales_del_DF_VEDA.pdf. Consultado 1 diciembre 2020

transporte y venta de morillos, para celulosa o aserrín; bancos clandestinos de tierra de monte e incendios forestales.

Además de los ilícitos forestales, existen otros factores de estrés para el arbolado, tales como las plagas, los incendios, las sequías, lluvia ácida, compactación de suelo. Estos estresores son además promovidos en diferentes magnitudes, por el cambio climático, y sus efectos³⁶. Cabe destacar que la biomasa forestal (su mantenimiento e incremento), propicia la captura de carbono atmosférico, lo que permite mitigar el cambio climático. Es decir, las causas y las consecuencias se retroalimentan de manera negativa y potencializan los efectos negativos sobre los socioecosistemas.

Cabe resaltar, que existen incongruencias en la planeación, uso racional y eficiente de los recursos forestales, y que decreto de veda pone en riesgo la permanencia del bosque (GDF et al., 2006). Algunos autores como Sheinbaum³⁷ (2011) señalan que el manejo de los bosques del SC de la CDMX, es deficiente y están asociados a la política de veda, dado que limita el manejo y aprovechamiento forestal para la renovación del recurso maderable. Este manejo limitante se evidencia en el estado fitosanitario del bosque, con la propagación de plagas y enfermedades en los rodales y árboles, además de la propagación acelerada de incendios, según el Programa Estratégico Forestal del Distrito Federal (2006-2025).

Entre los principales factores que impulsan la deforestación destacan la creciente urbanización formal e informal, la expansión de tierras de uso agropecuario³⁸, e incluso los incendios forestales. Específicamente, en el límite norte de la ciudad, se encuentran tasas de urbanización anual de entre 2.89 y 4.14%³⁹. Las alcaldías Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta son las que presentan mayor crecimiento urbano dentro del SC⁴⁰. Los **asentamientos humanos irregulares** en la CDMX, contribuyen con la expansión urbana en el SC, aumentando las tasas de deforestación y la presión sobre los servicios ecosistémicos.

El establecimiento de viviendas irregulares, caminos, redes de luz y agua presiona y modifica los ecosistemas. Existen 867 asentamientos humanos irregulares en el SC de la CDMX, que ocupan 2,759 hectáreas para el establecimiento de 50,703 viviendas⁴¹. De la superficie del total de asentamientos humanos del SC, 36% se encuentra en la alcaldía Tlalpan, 21% en Xochimilco, 15% en Tláhuac, 15% en Milpa Alta, 9% en Cuajimalpa de Morelos, y el 4% restante en las alcaldías Gustavo A. Madero, Iztapalapa, La Magdalena Contreras y Álvaro Obregón. Por su parte, la superficie de bosque afectada por los

³⁶ Gobierno del Distrito Federal (GDF), Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (DGCORENA). (2006). Programa estratégico forestal del distrito federal (PEF-DF) 2006 - 2025. En:

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/12/858Programa%20Estrat%C3%A9gico%20Forestal%20del%20Distrito%20Federal.pdf>
Consultado 1 diciembre 2020

³⁷ Sheinbaum, C., (2011). La compleja problemática del Suelo de Conservación del Distrito Federal: apuntes para su conservación. En: Suelo de Conservación del Distrito Federal; ¿hacia una gestión y manejo sustentable?. Campuzano, Perevochtchikova y Ávila Eds. Serie Estudios urbanos, Edit. Porrúa. México. pp. 13-38.

³⁸ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SEDEMA). "La biodiversidad en la Ciudad de México". CONABIO/SEDEMA. México. 2016

³⁹ María de la Luz Hernández-Flores, et al. Urban driving forces and megacity expansion threats. Study case in the Mexico City periphery. Habitat International. (2017). 64:109-122.

⁴⁰ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SEDEMA). "La biodiversidad en la Ciudad de México". CONABIO/SEDEMA. México. 2016

⁴¹ PAOT (Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial). Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México. Primera Edición. Distrito Federal, México: PAOT. México. 2010.

incendios forestales se ha incrementado considerablemente los últimos años, que pasó de 1,526 hectáreas en 2016 a 4,334 en el año 2019⁴².

Las áreas verdes (AV) de la CDMX tienen una superficie total de 6,731 ha (SEDEMA, 2017), 62% de la cual está cubierta con vegetación de árboles, arbustos y pastos. Además, existen 5,054.17 ha de áreas verdes que no tienen categoría de manejo y que corresponden a áreas verdes privadas e informales. De hecho, solo 7.1% del suelo urbano está cubierto por AV bajo alguna categoría de manejo⁴³, lo que se expresa en 5.3 m² por habitante, es decir, en la CDMX cada habitante tiene solo la mitad de la cifra recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que establece un estándar mínimo de 9 m² por habitante de área verde en el espacio público⁴⁴.

En este trabajo obtuvieron superficies comparables de áreas verdes, de 117.97 km² para el año 2000 y de 99.22 km² para el año 2008. La cuantificación general de cambio muestra una pérdida neta de 18.7 km² de áreas verdes urbanas en ocho años. De esos 61.1 km² de áreas verdes perdidas en la Ciudad, 82.2% (alrededor de 50.3 km²) ocurrió en espacios verdes privados e informales, es decir, en áreas verdes carentes de manejo por parte de las autoridades de la ciudad. Las alcaldías con mayor porcentaje de cambio neto negativo en la AV son Cuajimalpa de Morelos, Coyoacán y Álvaro Obregón. Mientras que las únicas con cambio neto positivo son las alcaldías centrales de Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Cuauhtémoc e Iztacalco, además de Magdalena Contreras; 26% de esta pérdida está asociada principalmente al derribo de árboles en frentes de manzana y vía pública, una práctica ampliamente documentada en la ciudad^{45 46}. El resto de las áreas verdes perdidas se asocian a la pérdida casi por igual de árboles, pastos y arbustos dentro de predios con alguna categoría de uso de suelo habitacional (63.1%), equipamiento (17.2%), espacios abiertos (11.5%), planes parciales de desarrollo urbano (4.6%), y usos industriales, así como centros comerciales y estacionamientos principalmente (3.6%) (mapa 3).

⁴² Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Incendios forestales, Serie histórica anual de incendios del periodo 2010 al 2017. CONAFOR. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/incendios-forestales> (consultado el 1 - 8 - 2020).

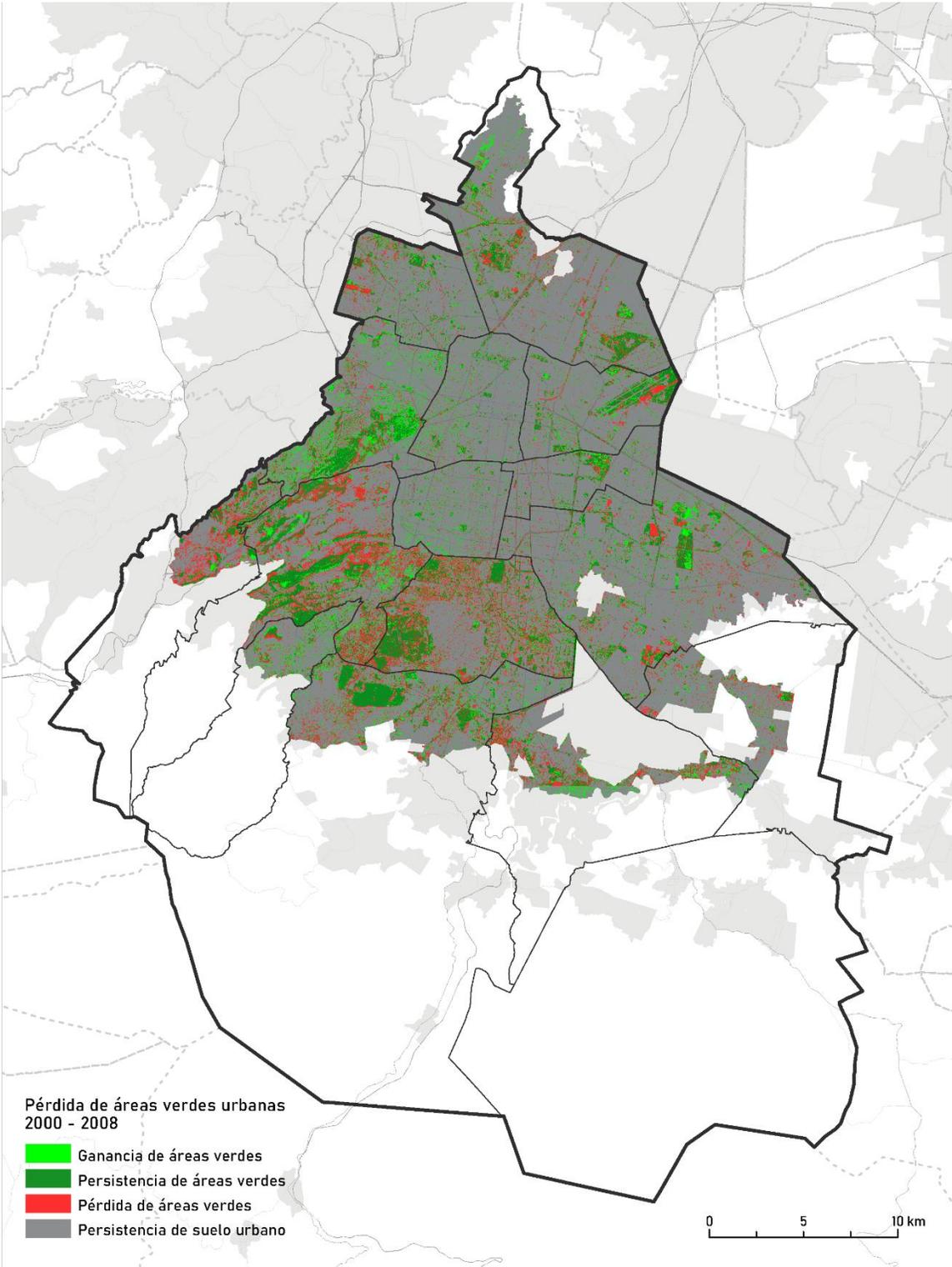
⁴³ CentroGEO. Inventario General de Áreas Verdes del Distrito Federal. Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", A. C.. 2002.

⁴⁴ Habitat, Naciones Unidas, (2015), "Habitat III issue papers: 11-public space" In Available for the Conference on Housing and Sustainable Urban Development at Quito. Ecuador.

⁴⁵ Minerva Rodríguez Licea y Arturo Figueroa Viruega. "El impacto ambiental producido por la pérdida de áreas verdes en la Ciudad de México, una problemática creciente del siglo XXI." *HistoriAgenda* 3.36: 98-106.

⁴⁶ Martín Artas. "Las áreas verdes en la Ciudad de México. Las diversas escalas de una geografía urbana." *Biblio3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* (2016).

Mapa 3. Pérdida de áreas verdes urbanas 2000-2008

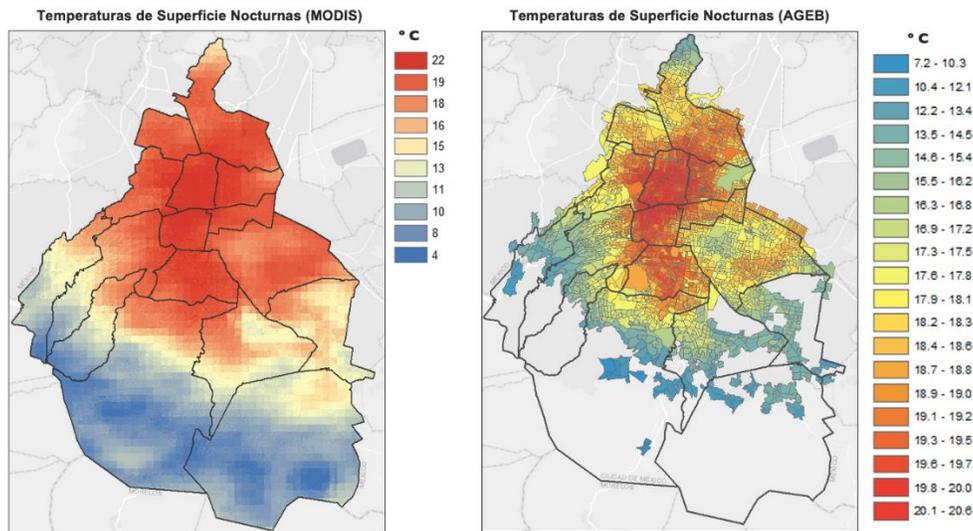


Fuente: Elaboración propia con base en datos de CentroGeo y PAOT.

Por otro lado, al analizar la dinámica de las áreas verdes del 2000 al 2008 en las categorías de manejo reportadas en el inventario de 2017, se observa un incremento en la cantidad de áreas verdes, resultado de una pérdida de 10.9 km² y una ganancia de 13.7 km², para una diferencia neta positiva de 2.9 Km². Este resultado positivo en el incremento de áreas verdes con gestión formal de las autoridades, de alguna manera es esperado con relación a que la apuesta por las áreas verdes en la Ciudad de México se ha centrado en mejorar la calidad de las áreas verdes ya existentes, realizando para ellas proyectos de remodelación o recuperación⁴⁷.

Una consecuencia de esta problemática, se asocia al fenómeno de islas de calor⁴⁸, donde en La Ciudad de México, la intensidad de dicho fenómeno se ha documentado con un patrón de temperaturas más altas conforme hay una menor distancia del centro de la Ciudad, es decir, en la zona más consolidada de la misma. La población de 65 o más años, que es la más vulnerable a sufrir problemas de salud asociados a las altas temperaturas por un problema de termorregulación corporal, se localizan en zonas de la ciudad donde se concentran las temperaturas nocturnas más altas. Asimismo, aunque en menor medida se tiene una correlación directa con las altas temperaturas y las zonas de mayor densidad de vivienda, mayor superficie de calles pavimentadas y mayor concentración de unidades económicas por hectárea. Por el contrario, las zonas con las temperaturas más bajas identificadas dentro de la Ciudad, se localizaron en las partes con mayores alturas sobre el nivel del mar, sobre pendientes más pronunciadas y con mayor superficie de áreas libres. Asimismo, la población de 0 a 14 años identificada también dentro del rango de vulnerabilidad a las altas temperaturas, se localiza principalmente en las zonas con temperaturas moderadas y/o bajas (mapa 4).

Mapa 4. Isla de calor urbano superficial nocturna de la Ciudad de México.



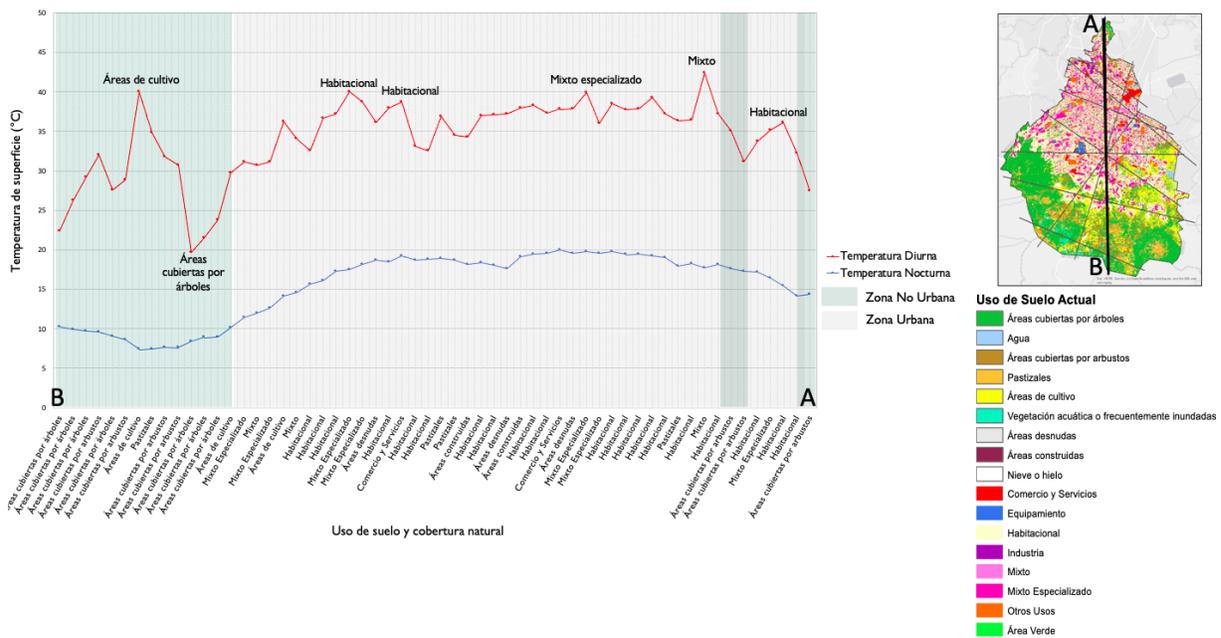
Fuente: Elaboración propia con base en imágenes satelitales MODIS e INEGI.

⁴⁷ María Meza-Aguilar, Leticia Velázquez-Ramírez y Amaya Larrucea-Garriz. "Recuperación de áreas verdes urbanas. La importancia del diagnóstico fitosanitario para la intervención." Legado de Arquitectura y Diseño 12.22 (2017).

⁴⁸ Las islas de Calor Urbano son la diferencia térmica entre una zona urbanizada y sus alrededores, es un fenómeno del clima urbano que manifiesta su mayor intensidad en horario nocturno.

Por otro lado, para identificar las variaciones térmicas diurnas y nocturnas, tanto en suelo artificial como en suelo con cobertura natural, se observan oscilaciones térmicas más pronunciadas durante el día, con las temperaturas más altas en las áreas de cultivo, suelo habitacional y de uso mixto. Por el contrario, las temperaturas nocturnas se estabilizan y manifiestan el fenómeno de la Isla de Calor Urbano en el cual se muestra que las temperaturas más altas se concentran en la zona urbanizada que han almacenado una mayor cantidad de calor debido a las características de los materiales y composición del entorno urbano, y las zonas con cobertura natural bajan debido a la facilidad para disipar el calor (figura 3).

Figura 2. Perfil térmico diurno y nocturno por uso de suelo y cobertura natural



Fuente: Elaboración propia con base en imágenes satelitales LANDSAT, MODIS, mapa de coberturas de la Agencia Espacial Europea, INEGI.

En la CDMX aproximadamente 70% del agua de uso consuntivo proviene de los acuíferos, esta dependencia por parte de la población creciente de la ciudad, causa sobreexplotación de los mantos acuíferos, hecho reportado desde los años ochenta hasta el presente. La **sobreexplotación de un acuífero** genera el deterioro o pérdida de servicios ambientales hidrológicos, principalmente por el agotamiento de los cuerpos de agua como manantiales, humedales, lagos, y ríos, además provoca la pérdida de ecosistemas y especies originarias.

Se reconoce que debido a que la extracción de agua del acuífero de la CDMX es sustancialmente superior a la recarga del mismo. Se ha prospectado que el acuífero se deteriorará hasta dejar de ser la fuente principal de agua de la ciudad, en unos 30 a 40 años (entre los años 2046-2056). De hecho, se ha reportado que el crecimiento urbano en la región oeste de la Cuenca de México donde se localiza la Zona Metropolitana de la CDMX, provocó un descenso en la tasa de recarga de 1.9 m³/s en tan sólo cuatro años (entre 1981

a 1985⁴⁹. Actualmente, las estimaciones de la tasa de recarga para la Cuenca de México donde se localiza la CDMX y la Zona Metropolitana están en el rango de 13 a 18.8 m³/s; y la extracción de agua subterránea en la cuenca de la Ciudad de México es del orden de 50 m³/s, a través de obras hidráulicas, predominando pozos con profundidades superiores a 100 m.

El volumen de agua para uso consuntivo de fuente subterránea concesionada para las 16 alcaldías de la CDMX es de 577.78 hm³; de este volumen, la mayor proporción le corresponde a la alcaldía Coyoacán con 93.14 hm³, seguida de la alcaldía Gustavo A. Madero con 88.46 hm³. Al contrario, las alcaldías con el menor volumen de agua concesionada de origen subterráneo son Cuajimalpa de Morelos y La Magdalena Contreras, debido a que en estas alcaldías la principal fuente de abastecimiento son las corrientes superficiales⁵⁰.

El **cambio climático** como problemática medio ambiental tiene diversas aristas, sin embargo, para la CDMX, la principal afectación relacionada es la disminución del potencial de recarga de los mantos acuíferos en el SC⁵¹. Las proyecciones climáticas futuras, realizadas recientemente y estimadas para el horizonte cercano (2021-2040), muestran que para el SC de la CDMX se espera un aumento en 1.36°C de la temperatura promedio actual (13.22°C), y una disminución de 52.78 mm en la precipitación total anual actual (1,027.85 mm)⁵².

Por otro lado, la **disminución del potencial de captura de Carbono (C)** en biomasa aérea (árboles) es otra problemática ambiental preocupante dentro del SC de la CDMX. Dentro de las causas de la pérdida de potencial de captación en los bosques, destaca la edad del arbolado, la cual altera las tasas de captura de carbono. El mayor potencial de captura de carbono es registrado en árboles más jóvenes, sin embargo, los árboles que componen los bosques del SC de la CDMX son principalmente viejos. En la CDMX hay veda forestal, por lo que las acciones de manejo son limitadas. Ello impide la renovación del arbolado y promueve la tala ilegal. La **contaminación atmosférica** también disminuye el potencial de captación de carbono en los bosques: en la CDMX, el SC se encuentra principalmente en el Sur de la Cuenca del Valle de México, dirección a la cual viajan los vientos contaminados contenidos en la cuenca, las afectaciones a la biodiversidad contenida en las AN son la vegetación sufre clorosis, exposición a altas concentraciones de ozono, afectación de la fitomasa que desencadenan bajas tasas fotosintéticas y con ello menores contenidos de carbono.

Las **plagas** en el SC impiden el adecuado saneamiento de la masa forestal remanente, dando lugar a una disminución en la captura potencial de carbono, la purificación del aire y la generación de oxígeno. En los bosques de San Miguel Ajusco, Santo Tomás Ajusco y

⁴⁹ J Carrera-Hernández, and S. J. Gaskin. "The Basin of Mexico aquifer system: regional groundwater level dynamics and database development." *Hydrogeology Journal* 15.8 (2007): 1577-1590.

⁵⁰ Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) / Volúmenes Inscritos (estatal). (2019a) <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&n=estatal>. (consultado el 1 - 9 - 2020).

⁵¹ Oficina de Resiliencia. Estrategia de resiliencia de la Ciudad de México.

<https://www.resiliencia.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Estrategia%20de%20Resiliencia%20CDMX.pdf>. (consultado el 13 - 6 - 2020).

⁵² Zhang, J., Tongwen, W., Xueli, S., Fang, Z., Jianglong, L., Min, C., Qianxia, L., Jinghui, Y., Qiang, M. & Min, W.. BCC BCC-ESM1 model output prepared for CMIP6 AerChemMIP piClim-BC. Earth System Grid Federation. (2020) doi:<https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.2989>

Magdalena Petlacalco en la delegación Tlalpan, el porcentaje de árboles plagados está entre 8.9 y 18.5%, mientras que en el porcentaje de árboles enfermos se encuentra entre 4.2 y 13.7%. Las plagas y enfermedades que destacan son *Scirius sp*, *Dendroctonus adjunctus*, *Ips mexicanus*, *Ascomyceto*, *Lophodermium sp.* y *Cronartium sp.*

Los **incendios naturales e inducidos** en el bosque afectan de forma directa el potencial de captura de carbono y sus almacenes, puesto que fragmentan el bosque y dificultan el desplazamiento de las especies. En las CDMX, en el período de 1980-2014 se registraron 17,549 hectáreas de vegetación incineradas y 4,135 millones de dólares en pérdidas por dichos fenómenos. Tan solo entre 2010-2017 se registraron 6,312 incendios forestales que afectaron 13,526 hectáreas de vegetación del SC. Los incendios forestales en la CDMX no surgen por combustión espontánea; de hecho, se calcula que 99% de los casos son producto de actividades humanas, casi siempre intencionales o negligentes. Entre ellas se encuentran el manejo inadecuado del fuego en la agricultura, incineración de basura, fogatas hechas por excursionista, así como las pequeñas brasas dejadas por los cigarrillos de los fumadores⁵³.

La contaminación ambiental constituye un subtema en la materia de relevancia estratégica del medio ambiente, y es una de las problemáticas más representativas en la CDMX. El término **contaminación** se refiere a la introducción de cualquier agente químico, físico o biológico que produzca efectos nocivos o venenosos para el ambiente, la salud o bienestar de las personas. Los procesos de contaminación están teleconectados, es decir, son eventos locales que tienen consecuencias globales, tanto en el aspecto ambiental como social y económico⁵⁴. En la CDMX, la co-ocurrencia de personas, vehículos, industrias y comercios generan una gran cantidad de presiones y contaminantes que afectan la calidad del aire, la calidad y dinámicas del suelo y la salud de los habitantes de la ciudad⁵⁵.

En este sentido, un medio ambiente sano es vital para “garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”⁵⁶. La salud pública ambiental, que se refiere a la intersección entre el medioambiente y la salud pública, aborda los factores ambientales que influyen en la salud humana, y que incluyen factores físicos, químicos y biológicos, y todos los comportamientos relacionados con estos. Conjuntamente, estas condiciones se denominan determinantes ambientales de la salud. Las amenazas para cualquiera de estos determinantes pueden tener efectos adversos en la salud y el bienestar en toda la población. Abordar los determinantes ambientales de la salud mejora directamente la salud de las poblaciones. Indirectamente, también mejora la productividad y aumenta el disfrute del consumo de bienes y servicios no relacionados con la salud.

⁵³ Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Incendios forestales, Guía práctica para comunicadores (2010).

⁵⁴ W. N. Adger, H., Eakin, & A. Winkels, (2009). Nested and teleconnected vulnerabilities to environmental change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(3), 150-157.

⁵⁵ Secretaría del Medio Ambiente (SMA). Calidad del aire en la Ciudad de México. Informe 2011, Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. 2012.

⁵⁶ Objetivo de Desarrollo Sostenible 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.)

La **contaminación ambiental** originada por la prestación de servicios y por la industria, generan afectaciones en la calidad y dinámicas del aire, agua y suelo (mapa 4). El análisis de la calidad del suelo en la CDMX evalúa cuatro procesos directa e indirectamente relacionados con la **contaminación del suelo**: degradación química, degradación física, erosión hídrica y eólica. La degradación física del SC se reporta principalmente en las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac por sobrepastoreo y actividades agrícolas sobre el SC (10,153 hectáreas). La erosión hídrica (17% de la degradación) en las alcaldías Iztapalapa, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco a causa de actividades agrícolas, sobrepastoreo y sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico. Por su parte, la erosión eólica (2% de la degradación) únicamente se presenta en la alcaldía Milpa Alta por acción del viento tras la exposición del terreno para actividades agrícolas.

La **contaminación del agua**, se da por múltiples razones, entre ellas las descargas residuales puntuales y difusas, cuya disposición final son cuerpos de agua y suelos que afectan la calidad de estos recursos. Los indicadores han sido usados para evaluar la calidad del agua en la CDMX son: la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO₅), la demanda química de oxígeno (DQO), los sólidos suspendidos totales (SST) y los coliformes fecales (CF). De acuerdo a CONAGUA⁵⁷, de los 2,764 sitios de la red de agua superficial, el porcentaje de sitios de monitoreo de agua superficial considerada como contaminada o fuertemente contaminada para la Región hidrológica-administrativa XIII Aguas del Valle de México, donde se ubica la CDMX, fue el siguiente: DBO₅ 57.4% de los sitios (> 30 mgO₂/litro); DQO 84.2%; SST 38.3% y CF 72%.

En 2017 para la CDMX, la red de descarga de aguas residuales contaba con 5,028 sitios, de los cuales 2,685 sitios correspondían al monitoreo superficial; 1,096 sitios al monitoreo subterráneo; 14 sitios de estudios especiales subterráneos; 88 sitios de estudios especiales superficiales; 281 sitios de descargas superficiales; 8 sitios de descargas subterráneas y 856 sitios del costero. Cabe mencionar que de las descargas de aguas residuales municipales que incluyen las zonas urbanas y rurales, sólo se trata 52.7% de los litros empleados, mientras que de las no municipales, es decir que provienen de la industria un 32% (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental⁵⁸).

La **contaminación atmosférica**, es definida como la deposición aérea de origen industrial, vehicular y volcánica. Las principales fuentes contaminantes son los vehículos pesados, autobuses, tractocamiones, resuspensión de polvo en vialidades por tránsito vehicular, la industria alimentaria y la industria donde se fabrican productos con base en minerales no metálicos. Las fuentes móviles contribuyen con los contaminantes críticos en la atmósfera en un 52.5% de las emisiones de partículas menores a 10 micrómetros (PM10) y 55.7% de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5). Adicionalmente, el sector transporte es el que contribuye mayormente en las emisiones de monóxido de carbono (CO), carbono negro, dióxido de carbono (CO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x). Este último contaminante rebasa las concentraciones horarias límite en la zona centro de la cuenca del Valle de

⁵⁷ Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Estadísticas del Agua en México 2019. <https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua> (2019b) (consultado el 6-10-2020).

⁵⁸ Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. (n.d.). Contaminación en México. Retrieved August 27, 2020, from <https://agua.org.mx/agua-contaminacion-en-mexico/>

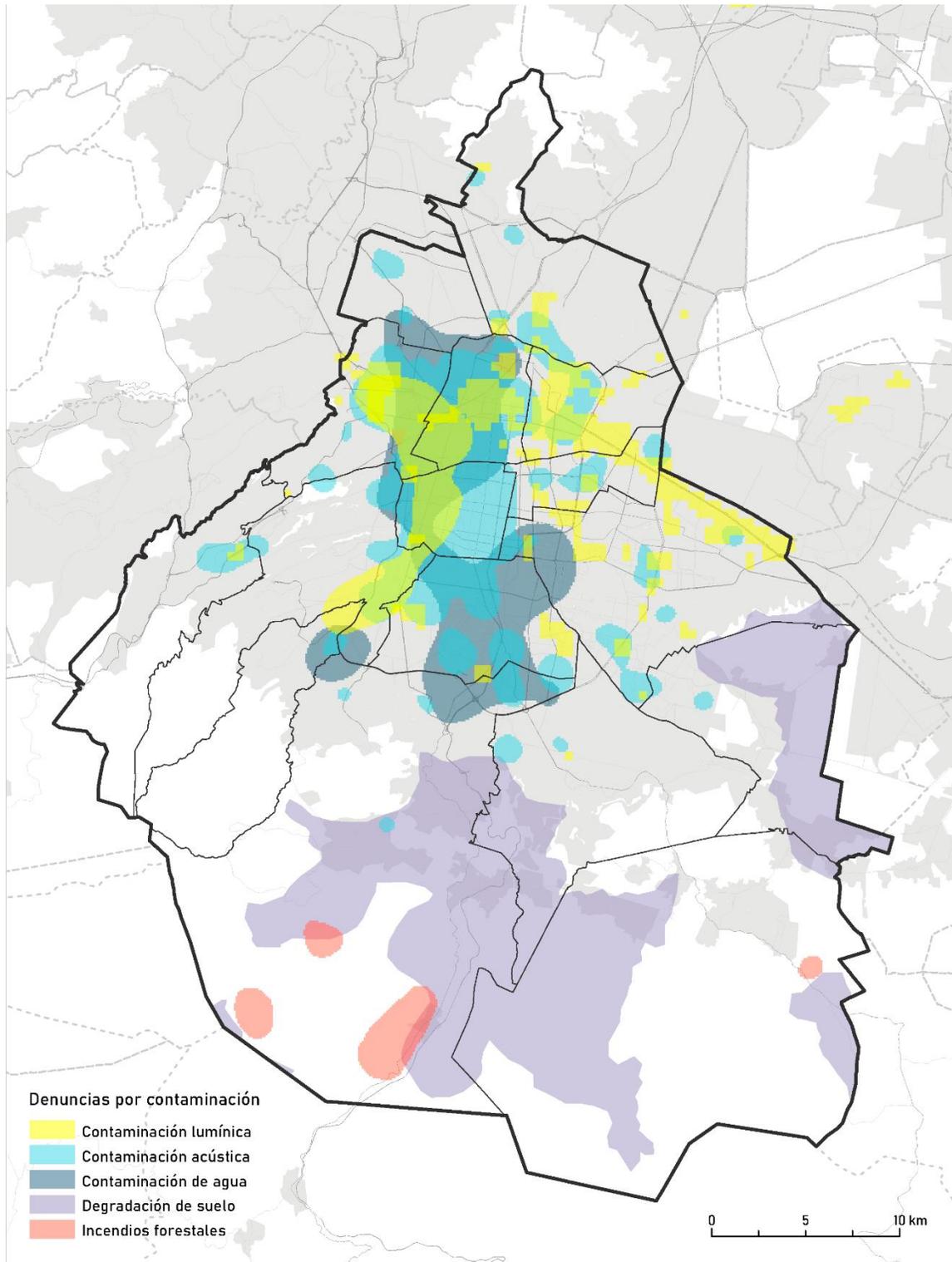
México, además es el precursor de ozono y se considera un agente cancerígeno (OMS, 2012⁵⁹).

El Inventario de Emisiones de la CDMX elaborado por la SEDEMA⁶⁰, mostró un consumo energético total de 385.2 Petajoules (PJ), 90.5% proveniente de energías secundarias, mientras que 9.5% de energías primarias (leña, carbón y gas natural). En este mismo año, en la CDMX se produjeron 34 millones de viajes, con un parque vehicular (motos, autos, camionetas tipo SUV) registrado de 2.3 millones; que comparado con 2014 creció 83%. En el mismo año, el transporte de carga se redujo un 9% y el transporte público tuvo un ligero aumento en 8% de uso.

⁵⁹ Organización Mundial de la Salud. La OMS publica estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la salud. 2012. Retrieved September 2, 2020, from [www.who.int website: https://www.who.int/es/news-room/detail/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact](https://www.who.int/es/news-room/detail/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact)

⁶⁰ Secretaría del Medio Ambiente. Inventario de residuos sólidos. 2016. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS-2016.pdf>

Mapa 4. Principales zonas de denuncias por contaminación lumínica, acústica, de agua, presencia de incendios forestales y degradación de suelo



Fuente: Elaboración propia con base en datos de PAOT, CONAFOR y CENTROGEO.

Por su parte, la **contaminación lumínica** es definida como la emisión de luz artificial propagada hacia la troposfera en entornos nocturnos, que genera una cúpula de luz de hasta 60 km de altitud⁶¹. Esta se produce por un aumento de la iluminación artificial en entornos nocturnos, y genera impactos en el medio ambiente. De hecho, es un precedente del cambio climático porque crea un desperdicio de energía considerable y representa una reducción del contraste de luminancia. Sin embargo, los efectos más graves están relacionados con la biodiversidad, ya que todas las especies fotosensibles están adaptadas a un ciclo natural diurno y nocturno. En este contexto, la contaminación lumínica afecta la migración, el apareamiento y los diferentes procesos de animales y plantas que solo pueden ocurrir en entornos nocturnos. El sector de comercios y servicios demanda 9% del consumo energético, 46% de sus actividades se concentran en las delegaciones de Miguel Hidalgo, Benito Juárez y Cuauhtémoc.

La **contaminación acústica** se tipifica como el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. En la CDMX son permitidos 65 dB (decibelios), cantidad presente en cualquier electrodoméstico, en el bullicio de una calle o en el tráfico moderado. Incluso se sabe que con intensidades a partir de los 85 dB, se vulnera el sistema nervioso de las personas⁶². Sin embargo, 15% de la CDMX registra un volumen de ruido inaceptable para el oído humano, y uno de los principales responsables son los más de tres millones de vehículos que circulan por la urbe. La Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT) destaca que la molestia auditiva es una de las causas de denuncia más frecuentemente recibidas y que éstas se concentran principalmente en las Alcaldías Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza y Coyoacán, que coincide en los espacios en donde más establecimientos comerciales se tienen registrados dentro de la CDMX.

Por sus características sociales, políticas y culturales, la CDMX afronta retos significativos constantemente. Un ejemplo de ello es el incremento en el volumen de los **residuos sólidos** tanto por la creciente población residente, como por la población flotante que transita diariamente en la entidad, debido a la gran cantidad de actividades, sitios de interés, situación laboral, comercio, entre otros. Los niveles y patrones de consumo, las prácticas de manejo y políticas encaminadas a la minimización de los residuos, así como el establecimiento de comercios e industrias y el aumento de la densidad poblacional, son factores determinantes en la generación de residuos sólidos⁶³.

Los **residuos sólidos** generados por la actividad de la ciudad, son de relevancia porque su manejo, tratamiento, disposiciones intermedias y finales contribuyen al proceso de contaminación del suelo, agua y aire. Desde 2004 aplica en la CDMX lo dispuesto en la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF), en materia de prevención de la generación, reducción, reutilización y reciclado de residuos, mediante una serie de instrumentos de gestión que incluyen: inventarios de residuos (2006-2019), Programas de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (publicados en 2004, 2009 y 2016), Planes de

⁶¹ Miroslav Kocifaj and HA Solano Lamphar. "Skyglow effects in UV and visible spectra: Radiative fluxes." Journal of environmental management 127 (2013): 300-307.

⁶² Jimena de Gortari Ludlow,. Guía sonora para una ciudad. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Cuajimalpa, 2013.

⁶³ SEDEMA (Secretaría de medio ambiente). 5º Informe de Gobierno. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México. SEDEMA. 2017.

Manejo de Residuos aplicables a las Alcaldías y a los grandes generadores de residuos de la industria, comercios y servicios, el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

No obstante, diversos problemas de índole política, económica, técnica y social, han impedido lograr los objetivos legales y de política pública que se persiguen, entre otros, porque a la población residente de la CDMX, se agrega una población flotante que alcanza proporciones de gran magnitud en ciertas alcaldías. Aunado a ello, existen diferencias entre las distintas alcaldías en cuanto al tamaño de su población, su nivel de ingresos, la generación por habitante al día de residuos y total, las actividades económicas que se realizan en ellas y contribuyen a dicha generación. Los inventarios de residuos, no abordan de manera sistemática la consideración a estas variables, ni plantean medidas de intervención para corregir desviaciones entre lo que se espera cualitativamente (porque no se establecen metas cuantitativas) y lo que se observa año con año.

Entre las razones que pudieran explicar el crecimiento de la generación de residuos en las alcaldías de la CDMX se encuentran:

- El crecimiento poblacional (residentes y población flotante).
- El incremento de la capacidad adquisitiva (expresado como Generación del Producto Interno Bruto per cápita).
- Las tecnologías (expresadas como niveles de inversión industrial y lo avanzado o no de las tecnologías que se incorporan en la industria).
- La falta de internalización de los costos reales que provoca el manejo de los residuos por parte de los generadores (expresada por la ausencia o insuficiencia del pago de los servicios de manejo de los residuos).

Economía circular, cambio climático y generación de residuos en la CDMX

La actual pandemia COVID-19, aun no superada, sus impactos económicos y sociales, así como su interrupción de las cadenas de suministro, han creado condiciones favorables a la implantación en la CDMX de sistemas de economía circular regenerativos, incluyentes, enfocados al cierre del ciclo de los materiales, con un enfoque territorial y basados en el establecimiento de alianzas que involucren a todos los sectores sociales. Ello de manera consistente con el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030 y las políticas actuales en la gestión de residuos de la Ciudad de México que prevén reducir en 73% las emisiones de CO₂ eq generados por residuos sólidos para 2025.

Para poner en perspectiva los desafíos que enfrenta el gobierno de la CDMX para alcanzar en diez años el objetivo “Una ciudad con basura cero en 2030” del Programa Basura Cero Plan de Acción de la Ciudad de México para una Economía Circular, es preciso tener en cuenta que la implementación de su legislación en materia de residuos sólidos desde hace dieciséis años no ha logrado aún reducir su generación.

Para contribuir al propósito anterior, el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2020 de la CDMX define 6 ejes estratégicos: 1) reducir la generación de residuos; 2)

incrementar el reciclaje; 3) asegurar la recolección selectiva; 4) aprovechar los residuos; 5) impulsar la actividad económica sustentablemente, y 6) mitigar el cambio climático.

La información proporcionada por el último de los 13 Inventarios de Residuos Sólidos de la CDMX anuales, publicado en 2019, constituye una oportunidad para aplicar la metodología de gestión por resultados y facilitar la determinación de las medidas a adoptar a fin de corregir desviaciones respecto a los resultados esperados. Lo anterior con pleno reconocimiento de la Recomendación 7/2016, aprobada el 14 de julio de 2016 por la Comisión de Derechos Humanos de la Ciudad de México, dirigida al gobierno central y a las alcaldías por omisiones en la prestación de los servicios de limpia. Omisiones que se considera violatorias del Derecho a un ambiente sano, del Derecho a un nivel de vida adecuado y del Derecho a una vida digna, de personas que habitan y transitan en la Ciudad de México y de personas que trabajan prestan dichos servicios.

Generación de residuos sólidos urbanos: En el año 2006 se generaron 12 812 toneladas al día y hasta 2018 hubo un crecimiento aproximado de 60.13 t/día cada año. En 2019 se presentó un incremento de 76 toneladas diarias respecto a 2018, al generarse 13 149 toneladas totales (1.40 kg/hab/día). Los residuos de manejo especial de industrias, comercios y servicios en la Ciudad de México son declarados por los generadores en los planes de manejo con enfoque de 3Rs, además de ser recuperados por las autoridades mediante programas especiales, y no son cuantificados en su totalidad ni evaluada su valorización global. Los residuos de construcción y excavación son considerados residuos de manejo especial y es posible conocer la cantidad mediante el registro de planes de manejo, la cual es igual o superior a la cantidad de residuos sólidos urbanos generados.

Recolección selectiva: En 2019 se ejecutó el servicio de recolección en 2 010 rutas, de las cuales más del 71.44% son de recolección selectiva, 27% menos que el año anterior. Ni en el Inventario 2019, ni en el Programa 2016-2020 se informa de la cobertura total del servicio de recolección.

Separación, recolección selectiva y compostaje de residuos orgánicos: Tras el cierre del relleno sanitario de Bordo Poniente, de recibir 127 toneladas por día de residuos orgánicos separados en las estaciones de transferencia en 2010, en los años 2011 y 2012 se recibieron 1,656 y 2,214 toneladas por día, respectivamente. Sin embargo, la recepción de residuos orgánicos separados en las estaciones de transferencia ha disminuido constantemente a partir de 2013, ya que sólo se recibieron 1,729 toneladas por día y en 2014 se recibieron 1,487 toneladas diarias. En 2019, solo el 54.13% de residuos orgánicos se separaron en la fuente, ingresaron 422 404 toneladas a las plantas de transferencia de la ciudad (20% menos que el año anterior), de los cuales 2 245.50 toneladas se convirtieron en composta, que en un 39.32% se quedó almacenada por falta de capacidad para distribuirla con fines de aprovechamiento.

Recuperación de residuos reciclables: En 2019 hubo menor cantidad de residuos recuperados en plantas de selección, 44% menos respecto a 2018, lo que indica un incremento en la recuperación de residuos valorizables previo a su ingreso a la Estación de Transferencia. Residuos ingresados: 3254 t/día, no aprovechados: 2830 t/día y aprovechados: 127.55 t/día.

Emisiones de gases con efecto de invernadero asociadas al manejo de residuos: En 2019 los vehículos de recolección de residuos contribuyeron con 28 613.69 tCO eq totales (al igual que con las barredoras mecánicas, el diésel es el combustible más ocupado en 90.40% de los vehículos recolectores, mientras que la gasolina es empleada por el 9.06%). Se estiman en 2 569 toneladas anuales de CO2 eq las emisiones consecuencia del transporte de los residuos desde las plantas de transferencia y selección de la CDMX hasta los sitios de disposición final en los estados de México y Morelos.

Se estima que la conversión en composta de 422 404 toneladas anuales de residuos orgánicos, en lugar de enviarlos a disposición final, contribuyó a reducir 418 834.70 toneladas de emisiones de CO2 eq.

La mitigación en edificios públicos con sistemas de administración ambiental de CO2 eq total, fue de 535.38 t/día: Styfe: 9.05 t/año, Sedema: 21.43 t/año, Sedesa: 504.90 t/año.

La contribución a la mitigación de emisiones de los planes de manejo vinculados a la LAU fue de 23.89 toneladas, superior en 30% al año anterior, debido a que incrementó la cantidad de residuos separados y sujetos al Plan.

El Mercado del Trueque ha evitado la emisión de 224 toneladas de CO2 equivalente (CO2eq).

Evaluación de la gestión de residuos orgánicos en la CDMX desde la perspectiva circular

Ni en el Inventario de Residuos Sólidos 2019, ni en el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2020 de la CDMX, se informa acerca de la proporción de residuos sólidos urbanos que son orgánicos. Sin embargo, un estudio realizado para determinar la fracción orgánica de los residuos de manejo especial generados en las unidades económicas comerciales y de servicios de la Ciudad de México, mediante el análisis de las tasas de generación por empleado, arroja una generación de 14 155 toneladas diarias.

La cantidad de residuos orgánicos que se generan en la CDMX y su alto potencial de aprovechamiento con reducción de la emisión de gases con efecto de invernadero, ameritan que se establezca un programa específico al respecto. Al igual que ocurre en países desarrollados, estos residuos podrían convertirse en biocombustible a utilizar en los vehículos recolectores de residuos y en el transporte público para reducir las emisiones de GEI. Además, las fuentes generadoras de los mismos obligados a establecer planes de manejo son legalmente las responsables de su reducción y aprovechamiento, particularmente las actividades agropecuarias, industria alimentaria y comercios y servicios de venta de alimentos. Aunado a lo cual debiera impulsarse más que los particulares hagan composta doméstica, además de multiplicar los composteos comunitarios asociados a los huertos urbanos.

Diagnóstico de generación y aprovechamiento: En 2019 el 54.13% de los domicilios separaron sus residuos orgánicos para su recolección, que en un 71.44% fue recolección selectiva. La Central de Abastos (Ceda) opera con 327 hectáreas de comercios durante todo el año, en ella se generan 557 toneladas de residuos, lo que equivale a 203 000 toneladas anuales. Los residuos orgánicos provenientes de las secciones flores y hortalizas

y frutas y legumbres. En los planes de manejo no sujetos a LAU, se reportaron 226.25 toneladas de residuos de alimentos (de las cuales se aprovecharon 5.74) y 1 537.86 toneladas de residuos de jardinería y podas (0.01 aprovechadas). Las dependencias del gobierno de la CDMX sujetas a sistemas de administración ambiental y planes de manejo, reportaron una generación de 1 771 t/día residuos orgánicos.

Manejo de residuos orgánicos: De las 8 371 t/día de residuos ingresados a las 13 estaciones de transferencia (ET), equivalentes a tres millones de toneladas anuales, el 12% fueron residuos orgánicos.

Biodigestión: La Planta para Tratamiento de Residuos Orgánicos del Centro de Acopio Nopal-Verdura en Milpa Alta, con una superficie de 240m², tiene una capacidad para procesar y transformar alrededor de 1 100 toneladas de residuos orgánicos para obtener 170 metros cúbicos de biogás. El biogás se utiliza como combustible alternativo para tareas como cocción, calefacción, iluminación y electrificación. La planta puede llegar a generar la energía necesaria para mantener encendidos 500 focos ahorradores. En 2019, ingresaron 2.8 t/día de residuos orgánicos que fueron aprovechados (21.41 m³/día y 178.79 KWh/día). El tratamiento también produce un mejorador de suelo conocido como biol, utilizado en los terrenos de cultivo locales.

Compostaje público de residuos orgánicos: De acuerdo con el Programa antes citado, a raíz del cierre de operaciones de la IV etapa del Relleno Sanitario de Bordo Poniente, en 2011 se establecieron las condiciones para generalizar la separación de residuos orgánicos, así como su recolección separada en días alternados. Por esta razón, se tuvo disponible una gran cantidad de residuos orgánicos que requerían tratamiento. Para ello fue necesario realizar la ampliación de las instalaciones y de la capacidad de operación de la Planta de Composta de Bordo Poniente, la cual creció en instalaciones, personal, maquinaria y equipos, incrementando su capacidad de 200 toneladas al día de residuos orgánicos a un promedio de 2,500 toneladas diarias en el año de 2012.

En 2019, ingresaron a las 7 plantas de compostaje 422 404 toneladas de residuos orgánicos, 20% menos que el año anterior. El destino de 2 245.50 toneladas al año de composta fue: Parques, jardines, áreas verdes (484.20 ton), Vialidades primarias (6 ton), Agricultura (639.60 ton), Árbol X Árbol (12 ton), Particular (75), Escuelas (145.94) y Composta almacenada dentro de la planta (882.76 ton: 39.32%). Además, se produjeron 2,169.80 toneladas de mulch en las plantas de composta de las alcaldías Álvaro Obregón, Iztapalapa y Xochimilco, siendo esta última la que generó el 93.50%. El problema como en el caso anterior es su distribución por falta de recursos. 5.28 toneladas de composta fue intercambiada en los mercados de trueque.

19% de los residuos sujetos a planes de manejo, de los que se ocupan las empresas prestadoras de servicios registradas en el RAMIR se destinaron a compostaje.

Educación y capacitación: A lo largo del año se realizaron intervenciones en mercados emblemáticos de la ciudad con talleres sobre manejo de grasas y aceites, taller de sensibilización y planes de manejo, reducción y separación de residuos que se originan en los mercados con duración entre 50 y 100 minutos. En el Bosque de San Juan de Aragón

(162 hectáreas), en donde se realizan tareas de educación ambiental a lo largo del año, se realizaron tres talleres de compostaje.

Cambio de paradigma en la gestión de residuos a consolidar

En una economía circular regenerativa, el foco de la atención está puesto en el cierre del ciclo de los materiales que se emplean para fabricar bienes de consumo y la prestación de servicios, a manera de reducir la dependencia de las materias primas vírgenes y contribuir a la restauración de los recursos naturales.

Por tal razón la jerarquía de la gestión de los residuos adquiere otra dimensión en los sistemas de economía circular, que deben abordarse desde una doble perspectiva. 1. La fase de prevención que tiene lugar antes del momento en que un producto se convierte en residuo, y en la que intervienen procesos de diseño ecológico que contribuyan a minimizar la cantidad de materiales peligrosos que se emplean en su fabricación, a aumentar su durabilidad, la facilidad de su desensamble, reparación, reúso, renovación, re manufactura o reciclaje de alta calidad. 2. La fase post consumo en la que tiene lugar su gestión integral como residuos susceptibles de aprovechamiento o valorización para reducir a cero su disposición final, de ser posible. Ambos procesos se buscan que sean cíclicos para evitar el desperdicio de recursos. Por ello, en la CDMX se requiere reformar la Ley de Gestión de Residuos Sólidos en este sentido y actualizar los formatos de los planes de manejo que son el instrumento para que se lleven a cabo tales procesos con esta visión. Esta falta de regulación explicaría –entre otros- las fallas en lograr la reducción en la generación y el incremento en el reciclaje de residuos.

Situación de los diagnósticos actuales para orientar la toma de decisiones

Los Inventarios de Residuos Sólidos de la CDMX, incluyendo el de 2019, no están configurados para medir que se tiene éxito en lograr la circularidad del ciclo de vida de los materiales que entran en la composición de los productos antes y después de que se convierten en residuos, por lo que se requieren construir los indicadores apropiados para ello. Esto significa dos cosas: utilizar los datos con los que ya se cuenta para que reflejen los avances hacia la circularidad que estén a su alcance y generar los que hacen falta y que sean clave para los fines que se persiguen.

En este momento, la fase de los materiales y productos post consumo, que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos (RSU) domiciliarios es la que tiene mayor prominencia en los inventarios y se refleja en los datos que se presentan acerca de: la cantidad total y por habitante al día que se generan, su composición (corrientes de materiales que los caracterizan: orgánicos o inorgánicos como papel, cartón, plásticos, vidrio, metales, y otros), su separación en la fuente, su recolección selectiva, transferencia, selección, compostaje, compactación/co procesamiento y disposición final, según corresponda.

Tratándose de residuos sólidos urbanos de grandes generadores industriales, comerciales y de servicios, así como de residuos no peligrosos de esos procesos, la legislación los cataloga como residuos de manejo especial (RME) sujetos a planes de manejo para su reducción, reúso y reciclaje a cargo de quienes los generan. Por ahora, la información al

respecto en los inventarios no ofrece la claridad que debiera para orientar la toma de decisiones al respecto. Por ejemplo, no se cuantifica la cantidad total de RME ni su composición. Aunque si se hacen evidentes las distintas modalidades que adquieren los planes de manejo: en función de la cantidad de residuos generados (comprendida entre 50 y 1000 kg por día) por establecimientos que requieren una licencia ambiental única (LAU) o no la requieren, o bien que son generados en obras de construcción, mantenimiento o demolición, así como por prestadores de servicios registrados en el RAMIR. También se presenta información sobre campañas para la recuperación con fines de reciclaje de corrientes de residuos prioritarios como los de equipos eléctricos y electrónicos, llantas, aceites comestibles y baterías usados.

Aplicación de la responsabilidad extendida del productor-generator de residuos sujetos a plan de manejo

De conformidad con la norma oficial mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 de planes de manejo de residuos de manejo especial, publicada en 2013, es obligatoria su implementación en el caso de residuos orgánicos generados en actividades intensivas agropecuarias, pesqueras o forestales, y de aceites comestibles usados, así como de productos de consumo que al desecharse se convierten en residuos que incluyen los plásticos de un solo uso, particularmente envases, embalajes y bolsas para mercancías, equipos eléctricos y electrónicos, vehículos y llantas usados, y residuos de la construcción, entre otros.

Aunque no se hace mención expresa a la responsabilidad extendida del productor, esta norma atribuye la responsabilidad de establecer el plan de manejo y de costear éste, a los productores, importadores, distribuidores y comercializadores de los productos listados, así como a las autoridades ambientales estatales a cargo de su gestión. La Ley de Gestión de Residuos Sólidos de la CDMX establece precisiones suplementarias al respecto.

En el caso de los residuos de la construcción, además de la obligatoriedad del plan de manejo correspondiente, aplica la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2013, que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción y demolición, en el Distrito Federal. Aunado a lo cual es obligatorio apegarse al Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES), que es un programa impulsado por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal que tiene como objetivo central impulsar la incorporación de sistemas y tecnologías de eficiencia en el uso de los recursos (agua, energía eléctrica, gas) y la reducción en la generación de emisiones contaminantes (gases y desechos sólidos y líquidos). Este es un claro ejemplo del conjunto de instrumentos de política que se pueden establecer para lograr los fines que se persiguen en los sistemas de economía circular.

En resumen, con la normatividad existente (y en tanto no se hagan las reformas necesarias) las autoridades del gobierno de la CDMX tienen elementos suficientes para hacerla efectiva en el caso de residuos coyunturales como son los residuos de la construcción y de plásticos. Una manera ventajosa de hacerlo es convocar a los diversos eslabones de las cadenas de valor de ambos tipos para participar en planes de manejo colectivos, mixtos (con participación de las alcaldías y el gobierno central), en los que colaboren instituciones

educativas y organizaciones de la sociedad civil para aprovechar las redes sociales en la movilización ciudadana que facilite y abarate su implementación.

Los planes de manejo son la vía para establecer encadenamientos productivos y simbiosis industrial, para compartir materiales valorizables, a lo cual se suma la aplicación de programas voluntarios como el de liderazgo ambiental para la competitividad.

Generación de empleos asociada a la economía circular y reciclaje incluyente en la CDMX

Dada la importancia de una pronta recuperación económica post pandemia COVID-19, es urgente facilitar el tránsito hacia una economía circular vinculada a la economía social y solidaria, incluyente, con enfoque de género, que detone la creación de empleo y el cierre del ciclo de los materiales para asegurar el suministro de insumos al sector productivo.

Lo anterior coincide con las líneas estratégicas transversales del programa Basura Cero de la CDMX: 1. Reducir el volumen de los residuos, 2. Manejo adecuado de los residuos 3. Aprovechamiento de los residuos sólidos, 4. Impulso al empleo y 5. Cultura ambiental.

Para facilitar que ello ocurra, es preciso regular a nivel general en México y en la CDMX el establecimiento de un modelo de reciclaje incluyente, acorde con el compromiso de cumplir con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 8. En particular, es necesario el cumplimiento de la Meta 8.3, relativa a promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas y la creación de empleo decente, así como que alienten la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, entre otras iniciativas, mediante el acceso a servicios financieros.

Uno de los objetivos del Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Distrito Federal, hoy Ciudad de México, (PGIRS) 2016-2020, es consolidar la gestión integral de residuos sólidos en la capital del país, con una visión incluyente y participativa, tendiendo a un cambio de paradigma de “Basura Cero”, considerando un enfoque metropolitano. En él se informa que, en el año de 2014, el servicio de recolección de residuos, a través del servicio público de limpia atendió 1,773 rutas distribuidas en 1,868 colonias de la Ciudad, utilizando 2,460 vehículos recolectores y con la participación de 3,396 operadores y un estimado de 3,488 “trabajadores voluntarios”.

En la Recomendación 7/2016, aprobada el 14 de julio de 2016 por la Comisión de Derechos Humanos de la Ciudad de México, se menciona la atención de una queja presentada el 12 de septiembre de 2014 en relación con el hecho de que en las Delegaciones de la Ciudad de México personas trabajan en el servicio de limpia sin salario ni prestación alguna. Su remuneración económica es la propina que personas vecinas les dan al recolectar residuos de las viviendas y barrer manualmente las calles. En algunos casos, autoridades delegacionales les proporcionan uniformes o herramientas para realizar sus actividades, en otras, ellas tienen que conseguir sus propios insumos para trabajar.

En el Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX de 2019 se menciona que solamente las alcaldías Álvaro Obregón y Tlalpan, reportaron voluntarios en su plantilla, que no perciben un sueldo por parte de la alcaldía, sino que dependen de las propinas que reciben y de la venta de los materiales valorizables. Al no estar en nómina en las alcaldías los trabajadores

voluntarios son prácticamente invisibles y se ignoran muchos aspectos de su vida. El Sindicato Único de Trabajadores del Gobierno de la Ciudad de México, Sección 1 Limpia y Transportes no cuenta con reportes sobre su plantilla laboral en el portal de transparencia. También se indica que “se espera que el programa BASURA CERO lleve a incrementar el aprovechamiento de 4 100 a 10 700 toneladas diarias de residuos, para el 2024. Ello implica implementar acciones como el reciclaje, el compostaje, combustibles alternativos y la utilización de nuevas tecnologías. En la misma línea, el Programa pretende incluir y aumentar actividades culturales, promover la educación ambiental y reforzar el marco normativo para una economía circular y el reconocimiento de las personas trabajadoras de limpia”.

En el informe de gobierno de la CDMX, que abarca el periodo del 1 de agosto de 2019 al 31 de julio de 2020, se indica que se llevó a cabo una serie de acciones para mejorar la gestión de residuos sólidos, incluyendo los cambios en la normatividad que se requieren para generar un modelo sustentable y de responsabilidades compartidas.

Desafíos para lograr el reciclaje inclusivo en la CDMX

En un estudio internacional publicado en 2017 se realizó un diagnóstico de la forma en que opera el reciclaje en la CDMX con la intervención de trabajadores de base incluidos en la nómina gubernamental, empleados temporales y voluntarios sin salarios, cuya situación podría mejorar con un enfoque todos ganan, ello sin dejar fuera a personas en situación de pobreza que se benefician de la recuperación y venta de materiales reciclables (pepenadores). El primer paso para ello, es el reconocimiento formal por parte del gobierno y de la sociedad, de los procesos operativos y económicos llevados a cabo por los voluntarios y pepenadores, así como de los beneficios ambientales, sanitarios, económicos y sociales que derivan de ello. En segundo lugar, es necesario elaborar propuestas que surjan de los mismos recicladores informales y que sean técnicamente, normativamente y socialmente adecuadas. En tercer lugar, es necesario consolidar y reglamentar el carácter microempresaria de las células operativas y socioeconómicas, que ya se hayan creado o se puedan crear reconociendo los liderazgos operativos existentes, formalizando y volviendo equitativa la sinergia público-popular.

Creación de empleos, mecanismos de fortalecimiento de trabajadores e inclusión de voluntarios acorde al ODS 8

A manera de ejemplo de acciones que tienen lugar en el sentido antes señalado, conviene mencionar el Subprograma Compensación a la Ocupación Temporal y la Movilidad Laboral (COT), coordinado por la Secretaría del Trabajo y Fomento al Empleo (Styfe). El COT está dirigido a personas desempleadas o subempleadas, habitantes de la Ciudad de México, con interés en vincularse a un puesto de trabajo o que requieran capacitación o apoyo para emprendimiento en Dependencias de la Administración Pública de la Ciudad de México y Organizaciones de la Sociedad Civil, con la oportunidad de recibir un apoyo económico hasta por 3 meses por sus actividades. En 2019, en materia de residuos, la Sedema participó en el programa de COT con el proyecto Piloto para la Implementación de Planes de Manejo de Residuos en Mercados Públicos de la Ciudad de México, cuyo objetivo principal era mejorar el manejo de los residuos en estos espacios. Para lograrlo, los

beneficiarios participaron en actividades de capacitación y sensibilización dirigidas a los locatarios, sobre la separación de residuos, acopio de grasas y aceites, prohibición de plásticos de un solo uso y fomento del uso de materiales reutilizables. Además, se realizó la cuantificación y caracterización de los residuos que se generan en los mercados para facilitar el desarrollo de su plan de manejo. 25 beneficiarios del programa COT, principalmente recién egresados de carreras ambientales. El proyecto se implementó en 13 mercados públicos ubicados en 13 alcaldías.

Otro ejemplo, son los Puntos de Innovación, Libertad, Arte, Educación y Saberes (PILARES), en los que los habitantes de las 16 alcaldías pueden realizar actividades escolares y de capacitación para el trabajo, en oficios diversos entre los cuales se encuentran los que pueden alargar la vida de los productos de consumo como los equipos electrónicos. EL Programa PILARES obtuvo el premio Construir la Igualdad que otorga la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) por la implementación de estrategias tendentes a garantizar el acceso a los derechos humanos. El reconocimiento incluye declarar a la capital del país como “amigable con políticas públicas locales en igualdad y no discriminación”.

V. Síntesis de la problemática

1. Temas acoplados (Biodiversidad, Servicios Ambientales y Áreas verdes)

Sus principales problemáticas son:

- a. Expansión de la mancha urbana
- b. Asentamientos humanos irregulares
- c. Tala ilegal
- d. Incendios forestales
- e. Plagas
- f. Malas prácticas agrícolas
- g. Ausencia de planes de manejo

2. Contaminación Ambiental

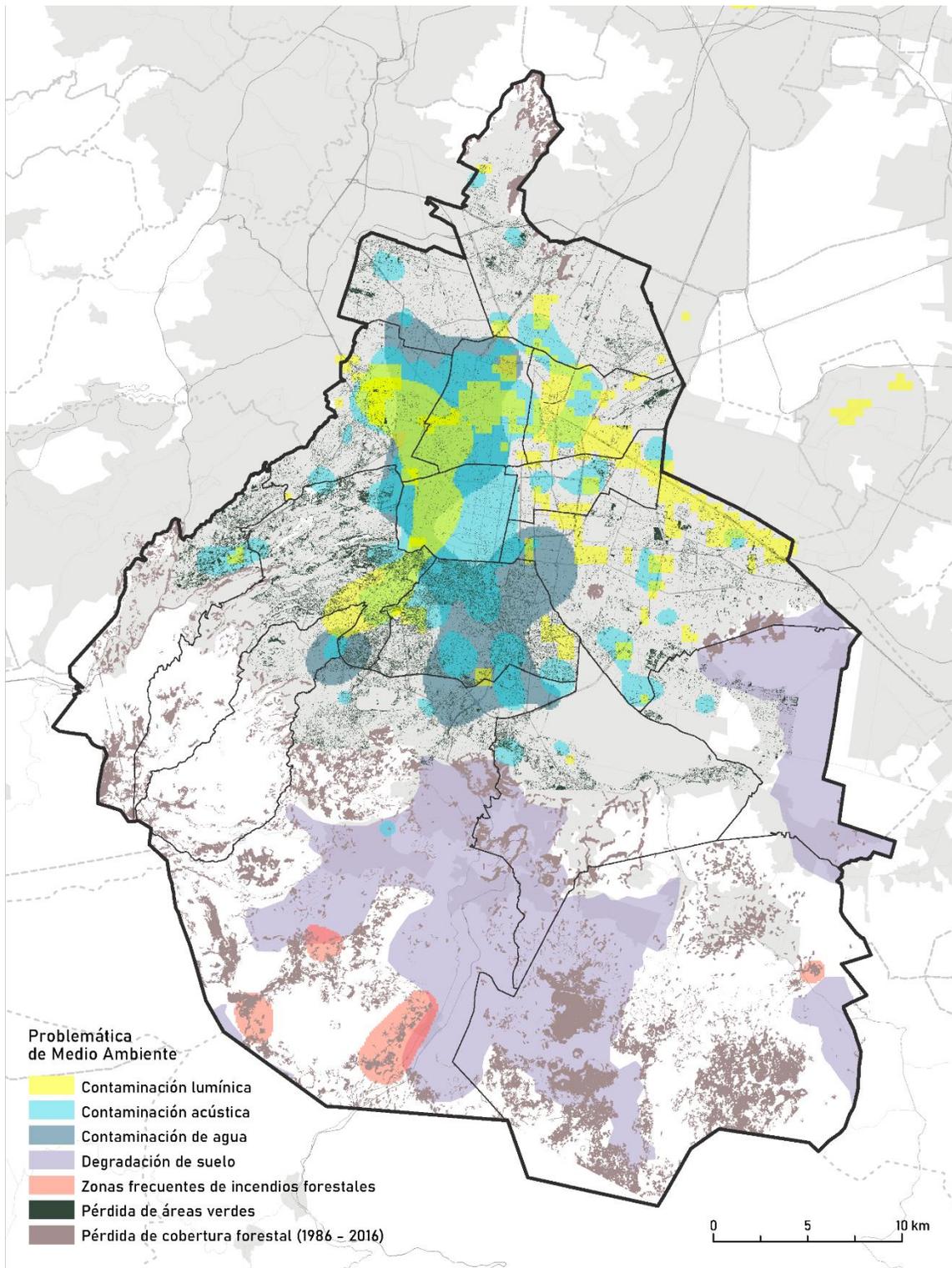
Sus principales problemáticas son:

- a. Erosión hídrica y eólica
- b. Sobrepastoreo y actividades agrícolas
- c. Descargas residuales puntuales y difusas

- d.** Fuentes contaminantes como son móviles (vehículos pesados), la industria alimentaria e industria de la construcción.
- e.** Instalaciones industriales y comerciales con iluminación nocturna excesiva
- f.** El crecimiento poblacional (residentes y población flotante).
- g.** El incremento de la capacidad adquisitiva (expresado como Generación del Producto Interno Bruto per cápita).
- h.** Las tecnologías (expresadas como niveles de inversión industrial y lo avanzado o no de las tecnologías que se incorporan en la industria).
- i.** La falta de internalización de los costos reales que provoca el manejo de los residuos por parte de los generadores (expresada por la ausencia o insuficiencia del pago de los servicios de manejo de los residuos).

A continuación, se visualiza espacialmente (mapa 6) la integración de las principales problemáticas de la materia de relevancia estratégica de Medio Ambiente.

Mapa 6. Mapa síntesis de la problemática de Medio Ambiente



Fuente: Elaboración propia

VI. Referencias

- Anzaldo Gómez, C. (2016). Funcionalidad territorial y delimitación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México desde la perspectiva de flujos laborales. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.
- Artasu, Martín Checa. "Las áreas verdes en la Ciudad de México. Las diversas escalas de una geografía urbana." *Biblio3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* (2016).
- Baca-Servín, S. P. (2016). El desbalance hídrico en la cuenca de México y el cambio del microclima. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.
- Berkes, F., et al. "1998 Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge." *Development* 18.1 (1975): 71-82.
- Binder, Claudia R., et al. "Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems." *Ecology and Society* 18.4 (2013).
- Calderón-Contreras, Rafael, and Laura Elisa Quiroz-Rosas. "Analysing scale, quality and diversity of green infrastructure and the provision of Urban Ecosystem Services: A case from Mexico City." *Ecosystem services* 23 (2017): 127-137.
- Carrera-Hernández, J. J., and S. J. Gaskin. "The Basin of Mexico aquifer system: regional groundwater level dynamics and database development." *Hydrogeology Journal* 15.8 (2007): 1577-1590.
- Castro, M. E. M., & Neria, J. P. (2003). La contaminación atmosférica en el sur de la zona metropolitana del valle de México. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades*.
- CentroGEO. Inventario General de Áreas Verdes del Distrito Federal. Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", A. C.. 2002.
- Colding, Johan, and Stephan Barthel. "Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later." *Ecology and Society* 24.1 (2019).
- Comisión Ambiental Metropolitana (2010). *Agenda de Sustentabilidad Ambiental para la Zona Metropolitana del Valle de México*. México: Comisión Ambiental Metropolitana (CAM). Primera edición.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). *Incendios forestales, Guía práctica para comunicadores* (2010).

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Incendios forestales, Serie histórica anual de incendios del periodo 2010 al 2017. CONAFOR. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/incendios-forestales> (consultado el 1 - 8 - 2020).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SEDEMA). "La biodiversidad en la Ciudad de México". CONABIO/SEDEMA. México. 2016

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) / Volúmenes Inscritos (estatal). (2019a) <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&n=estatal>. (consultado el 1 - 9 - 2020).

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 2017. Estadísticas del agua en México. Edición 2017. CDMX, México. En línea: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Estadísticas del Agua en México 2019. <https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua> (2019b) (consultado el 6-10-2020).

Corona Romero, Nirani (2016). Modelo Espacial y pronóstico de la expansión de la mancha urbana, 1995-2030. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

Costanza, Robert, et al. "The value of the world's ecosystem services and natural capital." *Ecological economics* 25.1 (1998): 3-15.

De Groot, Rudolf S., et al. "Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making." *Ecological complexity* 7.3 (2010): 260-272.

Díaz, Sandra, et al. "Assessing nature's contributions to people." *Science* 359.6373 (2018): 270-272.

FAO. "El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra." (2016).

García-Nieto, Ana P., et al. "Evaluating social learning in participatory mapping of ecosystem services." *Ecosystems and People* 15.1 (2019): 257-268.

Garstang, R. H. "Light pollution at Mount Wilson: the effects of population growth and air pollution." *Memorie della Società astronomica italiana* 71 (2000): 71.

- Gobierno del Distrito Federal (GDF). *Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal*. Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, México, D.F. 2012.
- Grêt-Regamey, Adrienne, et al. "Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept." *Ecosystem Services* 26 (2017): 306-315.
- Jiménez Ortega, A.D. y Galeana Pizaña, J.M. (2016). Tendencia dominante en la funcionalidad del espacio urbano-rural en la cuenca de México. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.
- Kocifaj, Miroslav, and HA Solano Lamphar. "Skyglow effects in UV and visible spectra: Radiative fluxes." *Journal of environmental management* 127 (2013): 300-307.
- Lambin, Eric F., et al. "The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths." *Global environmental change* 11.4 (2001): 261-269.
- Martín-López, Berta, et al. "The assessment of ecosystem services provided by biodiversity: re-thinking concepts and research needs." *Handbook of nature conservation: global, environmental and economic issues* (2009): 261-282.
- Meza-Aguilar, María, Leticia Velázquez-Ramírez, and Amaya Larrucea-Garriz. "Recuperación de áreas verdes urbanas. La importancia del diagnóstico fitosanitario para la intervención." *Legado de Arquitectura y Diseño* 12.22 (2017).
- Millennium Ecosystem Assessment, M. E. A. "Ecosystems and human well-being." *Synthesis* (2005).
- Núñez Hernández, J.M. y Romero, M. (2016). Imperativos para una Ciudad sustentable: áreas arboladas y planeación territorial. Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México. Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.
- OECD. (2015). *OECD Territorial Reviews: Valle de México, Mexico*. OECD.
- Oficina de Resiliencia. Estrategia de resiliencia de la Ciudad de México. <https://www.resiliencia.CDMX.gob.mx/storage/app/media/Estrategia%20de%20Resiliencia%20CDMX.pdf>. (consultado el 13 - 6 - 2020).
- PAOT (Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial). *Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México*. Primera Edición. Distrito Federal, México: PAOT. México. 2010.

PAOT. "Sistema de Información del Patrimonio Ambiental y Urbano de la Ciudad de México". Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial. <http://200.38.34.15:8008/mapguide/sig/siginterno.php> (consultado el 22 - 5 - 2020).

Rodríguez Licea, Minerva, and Arturo Figueroa Viruega. "El impacto ambiental producido por la pérdida de áreas verdes en la Ciudad de México, una problemática creciente del siglo XXI." *HistoriAgenda* 3.36: 98-106.

SEDATU. 2015. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015. CDMX, México. En línea: www.gob.mx/conapo/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015

SEDEMA. 2018. Inventario de Emisiones de la Ciudad de México 2016. Contaminantes criterio, tóxicos y compuestos de efecto invernadero. CDMX, México. En línea: www.aire.CDMX.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-2016/mobile/#p=1

SEDEMA. (2007). *Agenda ambiental de la Ciudad de México: programa de medio ambiente, 2007-2012*. México: SEDEMA.

SEDEMA (Secretaría de medio ambiente). 5º Informe de Gobierno. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México. SEDEMA. 2017.

Secretaría del Medio Ambiente (SMA). *Calidad del aire en la Ciudad de México. Informe 2011*, Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. 2012.

Wallace, Ken J. "Classification of ecosystem services: problems and solutions." *Biological conservation* 139.3-4 (2007): 235-246.

Zhang, J., Tongwen, W., Xueli, S., Fang, Z., Jianglong, L., Min, C., Qianxia, L., Jinghui, Y., Qiang, M. & Min, W.. BCC BCC-ESM1 model output prepared for CMIP6 AerChemMIP piClim-BC. Earth System Grid Federation. (2020) doi:<https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.2989>

Zurlini, G., I. Petrosillo, and M. Cataldi. "Socioecological systems." *choice* 21 (2008): 296-302.