



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL



“INFLUENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE EN LA TEMPERATURA DEL MUNICIPIO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, 2022”

TESIS CONJUNTA
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:
MONTSERRAT CAMACHO DÁVILA
YESICA LÓPEZ BAÑOS

DIRIGIDA POR:
DR. EN C.S. ARTURO VENANCIO FLORES
DRA. MARÍA ESTELA OROZCO HERNÁNDEZ

TOLUCA, MÉXICO, JULIO, 2022

ÍNDICE

Agradecimientos.....	2
Dedicatorias	3
Dedicatorias	4
Introducción.....	7
Definición del problema.....	9
Justificación.....	12
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos específicos	14
Hipótesis.....	15
Antecedentes	16
Capítulo 1. Marco Teórico	22
1.1 Desarrollo Urbano Sustentable	22
1.2 Los efectos del cambio climático en el desarrollo urbano	25
1.3 Islas de calor y exceso de planeación racionalista.....	28
1.4 Elementos estructurales de la infraestructura verde	31
1.5 Resiliencia urbana.....	35
1.6 Gobernanza urbana en ciudades resilientes.....	38
1.7 Conclusiones del Capítulo 1.....	42

Capítulo 2. Prácticas de la infraestructura verde para mitigar las islas de calor....	45
2.1 Coordinación intermunicipal como base de la infraestructura verde.	45
2.2 Contexto de la infraestructura verde	48
2.2.1 Casos internacionales	49
2.2.2 Casos nacionales	53
2.2.3 Casos locales	57
2.3 Instituciones políticas	60
2.4 Fomento a la infraestructura verde	65
2.5 Marco normativo base de la infraestructura verde	69
2.5.1 Normatividad aplicable	69
2.5.2 Instrumentación legal.....	74
2.6 Conclusiones del Capítulo 2.....	78
 Capítulo 3. Infraestructura verde en la ciudad de Toluca, Estado de México.....	 81
3.1 Caracterización del desarrollo urbano de la ciudad de Toluca.....	82
3.2 Descripción ambiental.....	86
3.2.1 Topografía	86
3.2.2 Edafología	88
3.2.3 Geología	90
3.2.4 Hidrología	92
3.3 Descripción urbana	95
 Conclusiones.....	 104
Sugerencias	107
Anexo fotográfico	108
Bibliografía.....	112

INTRODUCCIÓN

La infraestructura verde es un elemento de reciente implementación que ha ido evolucionando con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y la situación ambiental de las ciudades. Se trata de vegetación interconectada que trae consigo beneficios ambientales, sociales y económicos, entre los cuales resalta la reducción de la temperatura en las zonas urbanas.

Tal como menciona Alonzo & González (2010), el desarrollo urbano requiere de la transformación del suelo rural que implica la pérdida de cobertura vegetal debido a la edificación, sin embargo, no se considera que dicho proceso sea bueno o malo, más bien se pretende ligar la relación existente entre ambos factores. La ciudad de Toluca atraviesa un proceso de expansión urbana que implica dichas modificaciones, las cuales se ven reflejadas en un aumento de temperatura en las zonas donde predomina una mayor urbanización.

En ese sentido, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la relación que se presenta entre la infraestructura verde y las temperaturas máximas promedio registradas en el año 2020 en la ciudad de Toluca, lo cual se logró mediante el estudio documental y espacial del territorio.

Por ello, se elaboran cuatro capítulos, el primero consiste en el desarrollo del marco teórico en el cual se presentan los conceptos clave que ayudan a comprender los fenómenos y factores que generan cambios en la temperatura de las ciudades. Abordando temas como el desarrollo urbano sustentable, el impacto del cambio climático y las islas de calor en las ciudades, la importancia y definición de la infraestructura verde, además de conceptos como la gobernanza y resiliencia urbana.

En el segundo capítulo, se expone a la coordinación municipal como una particularidad que debe poseer la infraestructura verde para una mayor eficiencia de esta. Conjuntamente, se presenta una recopilación de algunas buenas prácticas de infraestructura verde para mitigar los efectos del cambio climático en las ciudades, anexando ejemplos de países como Brasil, Italia y Estados Unidos, además de algunos otros casos nacionales, tales como el jardín botánico de Culiacán y el Parque Lineal “La Viga”. Finalmente se incluyen prácticas de este tipo a nivel local, como el corredor Colón, la Alameda Central Cuauhtémoc y el Parque de la Ciencia, por mencionar algunos. De igual manera, se hace mención de las instituciones e instrumentos políticos que fomentan la implementación de vegetación en las zonas urbanas.

Aunado a ello, en el tercer capítulo se relatan los factores que han influido en el desarrollo urbano de la ciudad de Toluca, realizando la caracterización social y ambiental de las áreas geoestadísticas básicas urbanas del área de estudio, razón por la cual se anexó cartografía relacionada a la topografía, edafología, geología, hidrología, crecimiento urbano, infraestructura verde y temperaturas máximas promedio.

Por último, en el cuarto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron después de analizar la información recopilada en este trabajo de investigación.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Como lo estipula Iracheta (2016), actualmente las superficies urbanas están creciendo a un ritmo acelerado, incluso más que la misma población, por lo que se pronostica que para el 2030 estas áreas urbanas se triplicarán, ocasionando un aumento en la demanda de servicios urbanos, de los cuales destacan: redes de transporte, mantenimiento de espacios públicos, agua y saneamiento, entre otros. De igual manera, la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018), plantea que hace menos de tres años la población que habitaba en ciudades correspondía al 55% de la población mundial, más, se cree que esa cifra aumentará a un 68% para el año 2050.

Dichos centros urbanos han sido una fuente clave en la evolución del cambio climático, algunas actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la contaminación industrial, la creciente deforestación y los notables cambios de uso de suelo, han originado la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) que rebasa la capacidad de absorción de los océanos y la vegetación para disminuir la presencia de estos en la atmósfera.

Dicha situación, tal como lo determina United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat, 2011), ha ocasionado un desequilibrio en el ciclo del carbono, causando cambios en la temperatura promedio a nivel global aunado a un notorio crecimiento poblacional, puesto que, como lo establece las Naciones Unidas, ha aumentado mundialmente de 2,600 millones de personas en el año 1950 a 7,700 millones en 2019, de seguir esta tendencia se pronostica que para 2050 existan en el planeta la cantidad de 9,700 millones de habitantes.

Debido a ello y a la frecuente migración de las zonas rurales a las ciudades, se ha generado una expansión incontrolada que influye en la degradación del medio natural, como sucede en distintas ciudades de América Latina, ya que según lo establecido por Winchester (2006), este crecimiento desordenado ha ocasionado un deterioro en la calidad del aire y agua, contaminación por residuos sólidos e inclusive la degradación de zonas costeras, siendo la población de bajos recursos los más vulnerables ante dichos fenómenos.

Ante este panorama, en la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (2013), se hace mención que México es el responsable del 1.4% del total de emisiones de CO₂ a nivel mundial. Siendo una de las causas el creciente proceso de urbanización del último siglo que a su vez ha ocasionado la pérdida considerable de cobertura vegetal.

Además, la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL), prueba que en el caso de México, existe una mínima cantidad de áreas verdes per cápita en ciudades como Saltillo (6.5 m²), Ciudad de México (5.4 m²), Chihuahua (4.9m²), Ciudad Juárez (4.8 m²), Guadalajara (4.7 m²), Querétaro (4.6 m²), Monterrey (3.9 m²), Naucalpan (3.1m²) y León (1,74 m²), lo que ha provocado una menor recarga de acuíferos, escasez de agua potable, reducción de biodiversidad, así como la disminución de los servicios ambientales urbanos internos y efectos de isla de calor.

Estas últimas son definidas como aquel desbalance en la radiación y detención de calor en áreas urbanizadas debido a la alteración significativa del paisaje a causa de la expansión de ciudades. Siendo los materiales que se usan para realizar estas superficies urbanas como hormigón, acero y asfalto la principal causa de esta acumulación de calor, ya que no poseen la capacidad de absorción ni reflexión, provocando aislamiento térmico y un aumento en la temperatura de la ciudad, por lo tanto, cuanto mayor sea el área edificada, de mayor intensidad será la isla de calor (Gálvez, 2013).

Incluso la utilización de estos materiales para el proceso de urbanización, como lo precisan Breña & Breña (2009), impermeabiliza los espacios verdes, evitando la infiltración de agua de lluvia, lo que genera un incremento de la escorrentía que

reduce la capacidad hidráulica de los colectores urbanos, obteniendo como resultado frecuentes inundaciones en la ciudad.

Morales *et al.* (2007), identificó variaciones en el clima de Toluca como causa del cambio de uso de suelo que aqueja la ciudad, lo que ocasiona la existencia de una isla de calor, haciendo notorios los cambios de temperatura, precipitación, humedad relativa y viento en el área urbanizada.

De igual manera Morales *et al.* (2007), establece que: “La ciudad de Toluca se ha venido construyendo de manera horizontal, debido a que, por un lado, los habitantes diseñan y construyen su propia casa, por el otro a partir de 1985 las autoridades recomendaron que las construcciones fueran de niveles bajos, como consecuencia de la alta incidencia de sismos con magnitudes diversas”.

Por otro lado, es notoria la falta de áreas verdes en la ciudad de Toluca, pues la ONU-Habitat (2018), establece en el Índice Básico de las Ciudades Prosperas en el indicador de “Áreas verdes per cápita”, el cual hace referencia a la cantidad de áreas verdes que una ciudad ofrece a su población, que la zona urbana de Toluca se encuentra por debajo de la medida óptima internacional de 15 m² por habitante, con nueve metros de áreas verdes.

La falta de zonas verdes ha provocado una reducción en la captura de agentes contaminantes en la atmósfera, así como entornos urbanos de mala calidad para sus habitantes. Además de eso, la población carece de vínculos de identificación y afecto para con los espacios verdes existentes, lo que genera en ellos un sentimiento de indiferencia y desagrado hacia el entorno en el que se desarrollan, ocasionando residentes insatisfechos.

En este sentido, la infraestructura verde pretende genera beneficios económicos, sociales y ambientales al crear un sistema en el cual se genere una interacción entre la esfera humana y la ambiental, formando así un escenario ideal para llevar a cabo el funcionamiento de las distintas dinámicas urbanas, como lo es la recreación y la movilidad.

JUSTIFICACIÓN

Tal como lo establece UN-Hábitat (2011), el cambio climático ha sido consecuencia del drástico consumo de energía, el cambio de uso de suelo, actividades industriales intensificadas y a la cada vez más creciente urbanización. Pues, se calcula que las ciudades son las responsables de entre un 75 a un 80% de las emisiones a nivel mundial que causan dichas variaciones en la temperatura. Aunado a ello, son estas mismas áreas urbanas aquellas con mayor vulnerabilidad ante los efectos de este fenómeno climático como lo son las islas de calor.

Quiroz (2013), determina que el cambio climático es considerado un problema mundial, el cual causa afectaciones que varían su grado de intensidad según las condiciones socio ambientales del territorio, como, por ejemplo: el medio físico, la economía, el tipo de infraestructura que posee e inclusive las instituciones con la que se cuenta para hacer frente a dicho fenómeno climático.

En México, diversos estudios comprueban que la temperatura media del año 1901 a 2009 tuvo un incremento aproximado de 2°C, mientras que las proyecciones indican que la temperatura puede seguir aumentando de 2 a 4°C para finales del siglo XXI.

Así mismo, el aumento de temperatura también ha provocado en las ciudades una serie de problemas relacionados con el desabasto de agua, puesto que se ha notado una reducción en las precipitaciones, lo que disminuye la cantidad de recursos hídrico disponible en algunas zonas urbanas (CONAGUA,2015). Por otro lado, Pons (2016), dictamina que el riesgo de inundaciones ha ido en aumento a causa del crecimiento urbano desordenado, así como por la falta de áreas de vegetación que generalmente son las encargadas de absorber la mayoría del agua de lluvia.

Debido a esto se plantea la integración de infraestructura verde en las zonas urbanas, puesto que las áreas verdes en las ciudades son benéficas para la conservación ambiental y la reducción de la temperatura que ocasionan las islas de calor en la zona urbana, así como para la mejor calidad de vida de los ciudadanos, debido a que brindan una conexión con el ambiente natural que contribuye a la mejora de la salud física y mental, además de proporcionar zonas de recreación y ocio, por lo cual se considera indispensable promover la construcción de áreas verdes (Valdés & Foulkes, 2016).

Pues como lo establece la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), se debe mantener un equilibrio entre la en la infraestructura gris y las áreas verdes existentes. Dicho lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo establecer la influencia de infraestructura verde y temperatura mediante el análisis geográfico, ambiental y social de la zona.

* Se establece a la infraestructura verde como una estrategia que implica situar dentro de las ciudades diversos espacios de vegetación que al estar interconectados entre sí proporcionan beneficios ambientales y sociales.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación existente entre la presencia de la infraestructura verde y las temperaturas máximas promedio registradas del año 2020 en la ciudad de Toluca, Estado de México, mediante el estudio documental y espacial del territorio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los principios teóricos conceptuales de la infraestructura verde que dan sustento a la investigación, a partir de la revisión de documentos bibliográficos y hemerográficos especializados para definir conceptos clave.
- Definir el concepto de infraestructura verde mediante la contextualización internacional y nacional de las prácticas implementadas en zonas urbanas.
- Realizar la caracterización ambiental y urbana del área de estudio a través de representaciones cartográficas.
- Establecer la interacción existente entre la infraestructura verde y las temperaturas máximas registradas en la zona urbana de Toluca por medio de datos bibliográficos y la comparación espacial de ambos factores.

HIPÓTESIS

La escasez de infraestructura verde como parques urbanos, espacios arbolados, jardines, jardineras y camellones con vegetación en la ciudad de Toluca, contribuye al aumento de la temperatura en el área urbana.

En este sentido, el desarrollo urbano sostenible apunta a mejorar los espacios públicos resultado de la educación ambiental alejado del exceso de planeación racionalista pretendiendo crear ciudades resilientes ante los efectos del cambio de uso de suelo, así como aumentar la cantidad y calidad de las áreas verdes que las zonas urbanas, como Toluca, han ido perdiendo debido al acelerado proceso de urbanización de los últimos años, siendo cada vez menos los lugares de recreación y de conexión para con el medio ambiente.

ANTECEDENTES

La infraestructura verde tiene sus orígenes en Estados Unidos entre los siglos XVIII y XIX, en un principio esta fue implementada como una estrategia de conservación para mitigar la fragmentación de los hábitats y al mismo tiempo conseguir la unión de áreas verdes en beneficio de las comunidades (Cantó, 2014).

Según Valdés & Foulkes (2016), uno de los primeros proyectos que plasmaba la idea de la infraestructura verde, aún antes de establecerse dicho concepto, fue en el siglo XIX, donde Frederick Law Olmsted y Calvert Vaux realizaron la construcción de una serie de parques urbanos en distintas ciudades de los Estados Unidos con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades. Así mismo Benedict & McMahon (2002), reconocen que, a pesar del diseño o extensión de los parques, no proporcionarían los mismos beneficios que el sistema natural a la sociedad, pues para ello sería necesario dar continuidad a los parques lineales o vías verdes.

Posteriormente, el término de “infraestructura verde” fue propuesto por primera vez en un informe sobre estrategias de conservación dirigido al gobernador de Florida en el año de 1994, el cual tenía como objetivo mostrar que los sistemas naturales forman una parte importante de la infraestructura urbana, ya que promueven la restauración y conservación de los recursos naturales generando una alternativa de planificación distinta a la infraestructura “gris”.

Tiempo después, este término fue definido por (Benedict & McMahon, 2002, p.12) como: “(...) un sistema natural de apoyo a la vida, una red interconectada de vías navegables, humedales, bosques, hábitats de vida silvestre y otras áreas naturales; vías verdes, parques y otras tierras de conservación; granjas, ranchos y bosques, desiertos y otros espacios abiertos que albergan especies nativas, para mantener los procesos ecológicos naturales, conservar el aire, los recursos hídricos y contribuir a la salud y calidad de vida de las comunidades y pueblos de América.”

Fue en la ciudad de Chicago donde se realizó el primer proyecto referente a la demostración de las ventajas de la infraestructura verde en una residencia, el cual consistía en analizar la diferencia de la casa habitación con nulas áreas verdes y posteriormente esta misma después de haber implementado vegetación, jardines de lluvia, drenajes sostenibles, la sustitución del cemento que se encontraba en el patio de la residencia por materiales permeables como grava y un techo verde.

Dicho estudio comprobó que se eliminó la necesidad de utilizar agua potable para irrigación, además trajo consigo otros beneficios como la captura de 65kg de carbono al año debido a la flora nativa que se implementó e inclusive un notable aumento de insectos polinizadores como mariposas y aves en el sitio (Kim, 2017).

Por otro lado, en Europa, el concepto de infraestructura verde se presentó por primera vez en el Libro Blanco de la Comisión Europea para la Adaptación al Cambio Climático, mismo que fue publicado en el año 2009. El cuál considera que este tipo de infraestructura no es únicamente las áreas verdes y naturales, sino también aquellas decretadas áreas naturales protegidas, zonas con paisajes de un alto valor cultural o visual, así como espacios que no pueden ser urbanizados por contar con algún riesgo natural elevado, pero que poseen los elementos para lograr la sostenibilidad ambiental y conservar los ecosistemas degradados. Es por ello que varios países europeos han realizado en los últimos años distintos proyectos referentes a la infraestructura verde (Vera Rebollo, *et al.* 2019).

Un claro ejemplo de este tipo de proyectos se localiza en España en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Este proyecto fue llamado “Anillo Verde” y se implementó en el año de 1993, consiste en la unión de parques periurbanos mediante una variedad de corredores eco-recreativos que actualmente ocupa una superficie de 833 hectáreas y que alberga una diversidad de ecosistemas, como: bosques, ríos, humedales, praderas, setos y riberas e inclusive un jardín botánico.

Fue creado con el objetivo de restaurar y conservar las áreas naturales degradadas que se encontraban en las orillas de la ciudad, así como para generar espacios recreativos y de ocio.

El corredor que conforma el “Anillo Verde” une más de 5 parques con alto valor ecológico abarcando 90 km, lo que permite el fácil acceso a cualquier punto de la ciudad, motivando a la población a recorrerlo a pie o en bicicleta (Ayuntamiento de Victoria Gasteiz, 2019).

Pese a que el concepto de infraestructura verde aún no cuenta con una definición aceptada, ni mucho menos con análisis o indicadores cuantitativos, ha sido tomada en cuenta por distintas áreas de la política de la Unión Europea, en la que destaca la estrategia en materia de Infraestructura verde, misma que apuesta por la integración e implementación de esta en el desarrollo territorial de los países que conforman la Unión Europea para lograr la conservación y restauración de los ecosistemas y los servicios que estos ofrecen (Dige, 2015).

Por el contrario, la infraestructura verde en América Latina es mucho más reciente y menos explorada, pues como lo menciona Pons (2016), se cree que en los países en vías de desarrollo es un lujo, considerándola de poca prioridad sin tener en cuenta que la planificación de estas áreas verdes interconectadas en las ciudades es sostenible y económicamente rentable. A pesar de ello, existen algunos casos de infraestructura verde en países latinoamericanos, como son los parques lineales de Medellín.

Esta serie de parques ubicados en distintos barrios de la zona urbana, implementados por la Alcaldía de Medellín en conjunto con la Secretaría del Medio Ambiente, atendieron las problemáticas ambientales y sociales que estas áreas verdes presentaban, como eran: los vertederos ambulantes que generaban malos olores, así como la inexistente conectividad y circulación peatonal. Generando así espacios públicos de calidad con vegetación principalmente en los sectores más pobres de la ciudad, para el disfrute de la ciudadanía que a su vez promueve la conservación de la biodiversidad, disminuye la contaminación de las microcuencas y fomenta distintos tipos de movilidad sustentable (Herrán, 2012).

Además, la implementación de este tipo de infraestructura, como lo comprueba López (2019), puede ayudar a disminuir el riesgo de inundación en las zonas urbanas.

Es por ello que en la ciudad colombiana de Cali se pretende implementar en el río, presas secas, diques y canales que atraviesa la ciudad, proyectos de diseño urbano, paisajismos e infraestructura verde para que de esta manera se reduzca el grado de vulnerabilidad de las residencias cercanas al río.

En cuanto a México han sido pocas las estrategias de infraestructura verde, entre la que destaca la propuesta de “Los Corredores Ecológicos de los Pedregales”. Este proyecto ubicado al sur de la Ciudad de México consiste en la creación de una red de infraestructura verde usando como herramienta un modelo geo-demográfico, con el cual se recabó información sobre la accesibilidad y las barreras entre las zonas habitacionales, las áreas verdes, los espacios públicos y los ecosistemas del pedregal, posteriormente, con ayuda de un grupo multidisciplinario se realizó el estudio ambiental, social y económico del área.

Considerando los principios de equidad, cultura, comunicación, mejoramiento ambiental, visión regional y una planeación multidisciplinaria, este proyecto tiene como objetivo disminuir el riesgo de inundaciones, introducir especies de flora nativas que permitan una continuidad ecológica, así como evitar la aparición de las islas de calor y mitigar los efectos del cambio climático. Mientras que, en el aspecto social, pretende promover el gusto y respeto por las áreas verdes, así como aumentar acceso de la población a estas zonas de recreación y de movilidad urbana (Suárez, *et al.* 2009).

También en la Universidad Autónoma del Estado de México se han realizado algunas investigaciones referentes a la infraestructura verde en las zonas urbanas, tal es el caso de una prueba piloto para la implementación de áreas destinadas a la vegetación, en el cuál Bobadilla (2019) localiza los espacios verdes con los que cuenta la ciudad de Toluca, asimismo plantea una metodología para realizar inventarios de arbolado urbano con el fin de promover políticas públicas y facilitar la toma de decisiones referentes a la planificación urbana.

Por otro lado, Martínez (2021) llevó a cabo un estudio en el cual se determinan las condiciones en las que se encuentran las áreas verdes de la cabecera municipal de Toluca. Además, en dicho trabajo se destaca que estas zonas destinadas a la vegetación son escasas y carentes de infraestructura como alumbrado, mobiliario, flora y mantenimiento.

Es notorio que para México, al igual que para muchos otros países de Latinoamérica, la implementación de infraestructura verde en las zonas urbanas es todo un reto, no únicamente por la cuestión económica, sino también por la falta de organización y coordinación necesarias para desarrollar proyectos que requiere una visión multidisciplinaria, así como una participación ciudadana activa que permita identificar las problemáticas, necesidades y opiniones de la comunidad para que estas sean tomadas en cuenta a la hora de diseñar los proyectos urbanos referentes a áreas verdes.

Después de haberse revisado distintos proyectos y estrategias relacionados a la infraestructura verde en distintos países, se puede notar el interés en América latina de implementar este tipo de infraestructura que sin duda alguna representa un desafío para las instituciones. Puesto que, en México, son escasos los estudios referentes a la implementación de infraestructura verde, la cual es un elemento necesario en las ciudades para generar integración del ser humano con el entorno natural que se ha visto reducida debido a la falta de áreas verdes en las zonas urbanas.

Es por ello que esta investigación pretende estudiar la relación existente entre la presencia de vegetación y la temperatura en la zona urbana de Toluca. Pues tal como hace mención Arellano & Roca (2021), es la infraestructura verde aquel elemento esencial en las ciudades que ayudan a contrarrestar el aumento de temperatura que caracteriza a las islas de calor, ya que, si bien el clima depende fundamentalmente de factores globales y regionales, son los parques, jardines y camellones aquellos espacios que al poseer abundante vegetación y suelo permeable apoyan al enfriamiento de la zona urbana y pueden modificar el clima local a escala urbana.

En el caso de la ciudad de Toluca, aún no se presentan redes planificadas de infraestructura verde. Más como lo declara Hernández *et al.* (2018), cuenta con distintos tipos de áreas verdes como lo son parques urbanos y lineales, áreas verdes privadas e inclusive un Área Natural Protegida, con el potencial de conectividad entre sí para la creación de una red de infraestructura verde.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE

Como lo señala Aponte (2007), el desarrollo sustentable es aquel equilibrio entre el aspecto social, ambiental y económico que pretende desde una perspectiva multidisciplinaria conducir a un mayor grado de equidad entre las generaciones presentes y las futuras. Refiriéndose a la capacidad de superar los niveles de pobreza y utilizar los recursos naturales de forma consciente y sistemática para lograr el crecimiento y la expansión de manera equilibrada en un entorno biológicamente adecuado, socialmente sano y económicamente estable.

Además, el concepto de desarrollo sustentable, como lo menciona López, *et. al.* (2005), se ha ido ajustando paulatinamente al existir la necesidad de un crecimiento económico que considere la preservación de los recursos naturales, la equidad social desde una perspectiva local, nacional y global. Por lo tanto, el autor asume que, mediante acciones como la creación de empleo, la reducción de costos e incluso la disminución de la contaminación ambiental a través de las tecnologías y políticas, se resolverán problemáticas de tipo social como la pobreza, con lo que se conseguiría mejorar la calidad de vida de la población.

En el proceso de generar una integración entre el ambiente y el desarrollo que se rija por medio de un manejo cíclico de los recursos, se ha buscado la implementación del desarrollo sustentable en las ciudades, lo cual consiste en la creación de zonas urbanas las cuales su modelo de crecimiento proporcione a todos los habitantes una adecuada calidad de vida y la preservación de la biodiversidad que aún albergan los ecosistemas de las ciudades (CEPAL, 2002).

Por lo tanto, una ciudad sustentable, es aquella que se caracteriza por tener recursos naturales gestionados de manera eficiente, con el objetivo de conseguir mejoras perdurables en el desarrollo ambiental, económico y social, así como un estado de alerta ante posibles riesgos ambientales que amenacen dicho desarrollo.

Para llevar a cabo la sustentabilidad urbana se requiere considerar los determinantes económicos, sociopolíticos y ambientales que tienen un impacto significativo en los asentamientos humanos, así como realizar una distribución equitativa de la riqueza en la comunidad y realizar cambios en el consumo excesivo de los recursos naturales que abastecen a las ciudades, por ejemplo: el suelo, agua y aire (Cantú, 2015).

Así mismo, Adame, *et. al.* (2017), señala que para llevar a cabo el desarrollo sustentable en las ciudades se requiere considerar los retos y desafíos presentes en todos los elementos que interactúan en dicho sistema urbano como lo es la población, asentamientos, vivienda, transporte, economía y biodiversidad, por mencionar algunos. Además, sostiene que las ciudades sustentables deben enfocarse en disminuir sus costos ambientales, así como la cantidad de recursos naturales utilizados para satisfacer las necesidades de las zonas urbanas, siendo indispensable la existencia de sinergia entre todos los actores involucrados, a fin de generar acciones de manera conjunta que den soluciones reales y que consideren a la ciudad como un sistema con elementos interrelacionados, siendo necesaria la creación de indicadores que permitan evaluar el progreso de una ciudad a la sustentabilidad.

De la misma manera, Hernández (2008), menciona que la sustentabilidad urbana es aquel “manejo apropiado de los recursos económicos disponibles, control y manejo de aire, suelo, agua, energía, materiales y desechos y amenazas de fuego, que implica además el beneficio a la comunidad, que puede ser en varios niveles: desde el federal, estatal, regional y municipal, hasta un beneficio social en una comunidad, barrio o colonia de una ciudad”.

Asimismo, Hernández (2008), manifiesta que es preciso llevar a cabo la reestructuración de las políticas públicas urbanas enfocadas a promover e implementar el desarrollo urbano sustentable para brindar a los usuarios una mejor calidad de vida, reducir el impacto ambiental que generan las zonas urbanas, así como crear ciudades con mayor conectividad, funcionales y habitables para la población. Incluso Navarrete (2017), dictamina que el producto del desarrollo

urbano sustentable serán ciudades planificadas de manera inclusiva que generen una mejora en la calidad de vida por medio de la creación de suficientes espacios verdes públicos, recreativos y culturales, esto con ayuda de la participación comunitaria en la toma de decisiones que refuerce la gobernabilidad para promover el derecho a un entorno saludable y de calidad.

Por otro lado, para la Universidad Autónoma Metropolitana (2016), el desarrollo sustentable urbano es aquel consenso llevado a cabo por medio de la discusión pública en la que se proponen distintos tipos de organización y uso de suelo en las zonas urbanas, siendo la distribución e implementación de los espacios verdes en la estructura de las ciudades una de las prioridades en este tipo de desarrollo.

1.2 LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DESARROLLO URBANO

Frecuentemente existe una confusión entre los términos de calentamiento global y cambio climático utilizándolos como sinónimos, sin embargo, a pesar de ser fenómenos que están relacionados entre sí debido a que ambos son causados parcialmente por la acción humana mediante la concentración de gases de efecto invernadero, estos son fenómenos distintos. Por un lado, el calentamiento global es definido como aquel incremento gradual en la temperatura promedio del planeta Tierra, lo cual ha generado el calentamiento de la superficie terrestre como consecuencia de la acumulación excesiva de emisiones de gases de efecto invernadero desde el siglo XX (González, *et. al.* 2003).

Por otra parte, el cambio climático es definido por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (2009), como aquella variación en los patrones del clima en décadas o periodos de tiempo más largos, que puede deberse tanto a procesos naturales como a los cambios continuos en la atmosfera y en el recurso suelo ocasionados por las acciones antropogénicas.

De igual forma, UNESCO (2009), determina que el cambio climático se refiere a aquellos cambios en el clima, los cuales son determinados por medio de procesos comparativos entre las variables climáticas durante ciertos periodos de tiempo, por lo que cuando existen diferencias entre las estadísticas de los elementos climáticos en distintos momentos en una misma zona geográfica, se establece que se está presentando el fenómeno del cambio climático.

Al contrario, Gonzales *et al.* (2003), afirma que dicho concepto se utiliza para referirse al cambio que se presenta en la actualidad, el cual no corresponde a las variaciones cíclicas y que es causado por un aumento en la presencia de gases de efecto invernadero en la atmosfera, afectando los patrones de temperatura y precipitación.

Aquellos gases, como lo declara Benavides & León (2007), son material gaseoso que compone la atmósfera, producidos de manera natural y por actividades antropogénicas, mismos que absorben y emiten radiación mediante longitudes de onda entre las nubes, la atmósfera y la superficie terrestre, produciendo el efecto invernadero, siendo el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso(N₂O), el metano(CH₄) y el ozono(O₃) los principales gases de este fenómeno.

Moreno (2009), establece que la acumulación de estos gases ocasiona efectos negativos en distintos aspectos de las esferas ambiental, económica y social, entre los que destacan la escasez de agua potable, dificultades en la producción de alimentos y daños a la salud. Además, se prevé que debido al cambio climático existirá un desplazamiento forzado a causa de la falta de suministros de alimentos y agua potable, así como a la creciente asiduidad de inundaciones y tormentas de mayor gravedad (OIM, 2008).

La Comisión Nacional de los Derechos Humanos (2016), estipula que el crecimiento económico y poblacional contribuyen a la variación climática del planeta Tierra debido a la quema de combustibles fósiles con el fin de satisfacer las necesidades de la población, lo cual ha generado que los efectos del cambio climático sean cada vez más comunes, como la mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos y cambios en los patrones de precipitación, ocasionando sequías e inundaciones.

Sin embargo, una de las principales fuentes que contribuyen al cambio climático son las ciudades, pues como lo estipula (IPCC, 2014 como se citó en Delgado, 2018), las zonas urbanas generan entre el 71% al 76% de las emisiones de gases de efecto invernadero debido a las actividades que se generan en ellas, como el transporte, el consumo de energía y la producción de tipo industrial (UN-hábitat, 2011).

Razón por la cual, Novillo (2018), enfatiza que las ciudades a pesar de ser parte central de la problemática, pueden ser un factor clave para implementar soluciones que ayuden a mitigar y contrarrestar los impactos del cambio climático mediante acciones comunitarias que promuevan las políticas públicas, con el fin de llevar a

cabo la creación de ciudades resilientes y adaptadas a las adversidades que traerá consigo el cambio climático.

En ese sentido, Vásquez (2016), señala que llevar a cabo la implementación de infraestructura verde en las ciudades es una estrategia que promueve la adaptación y mitigación ante el cambio climático, ya que esta infraestructura tiene la capacidad de reducir los gases atmosféricos como el dióxido de carbono (CO₂), además de generar espacios verdes de tipo recreativo para la población.

De igual forma, el autor menciona que, la infraestructura verde puede reducir el riesgo de inundaciones por medio de la disminución del escurrimiento superficial, además de jugar un papel importante en la adaptación de la fauna silvestre en los ecosistemas urbanos y la disminución de los efectos de las islas de calor generadas a causa de la variación del clima que se vive en la actualidad.

1.3 ISLAS DE CALOR Y EXCESO DE PLANEACIÓN RACIONALISTA

Según lo que declara el Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo, (2017), debido al acelerado proceso de urbanización presentado en el último siglo, se han visto disminuidas la cantidad de áreas verdes que proporcionan a la población servicios ecosistémicos, siendo cada vez más las superficies impermeables, lo que ha generado una disminución en la recarga de mantos acuíferos, pérdida de suelo, extinción de especies que habitan en las áreas urbanas y la aparición de islas de calor.

Ya que como lo determina Fuentes (2014), la creación de ciudades conlleva a la modificación de las condiciones ambientales, generando cambios en el uso de suelo e impactos en la variación del clima. Pues, según lo plantea la municipalidad de Corrales (2019), debido a que las áreas verdes naturales son sustituidas por materiales de construcción, se forma un desequilibrio en el balance hídrico y una mayor retención de la radiación, lo que ocasiona un aumento en la temperatura de la zona urbana, provocando lo que se conoce como “islas de calor” o “islas térmicas”. Fenómeno que, como lo indica Oke (1995), recibe el término de “isla” debido a la notoria diferencia que se establece en los patrones isotérmicos de la temperatura en el aire del área urbana y las zonas aledañas, lo que pareciese el contorno de una isla en el mar.

Por otra parte, Moreno (1990), establece que dichas islas térmicas son el resultado de la generación de calor a causa de la combustión urbana que producen las acciones antropogénicas, como lo es el transporte, la energía eléctrica y las actividades industriales. Además, la densidad de la población también contribuye a definir el tamaño y la intensidad de las islas de calor urbanas, debido principalmente a la creciente demanda del suelo para la creación de viviendas (Gálvez, 2013).

Asimismo, Guillén & Orellana (2017), estipula que el diseño de las vialidades, la altura de los edificios, la insuficiencia de áreas verdes y el uso de materiales que carecen de la capacidad de reflectancia son algunos de los elementos que inciden en la aparición de islas de calor en las áreas urbanas.

Ya que, como lo plantea Fernández (2009), la infraestructura gris disminuye la evaporación al mismo tiempo que reduce la velocidad del viento, ocasionando que la temperatura de la ciudad sea mayor que en las zonas suburbanas. Debido a estas islas de calor, la población citadina queda expuesta constantemente a elevadas temperaturas, ocasionando daños a la salud como: golpes de calor, deshidratación e inclusive enfermedades cerebrovasculares, según lo mencionado por Ballester *et al.* (2003).

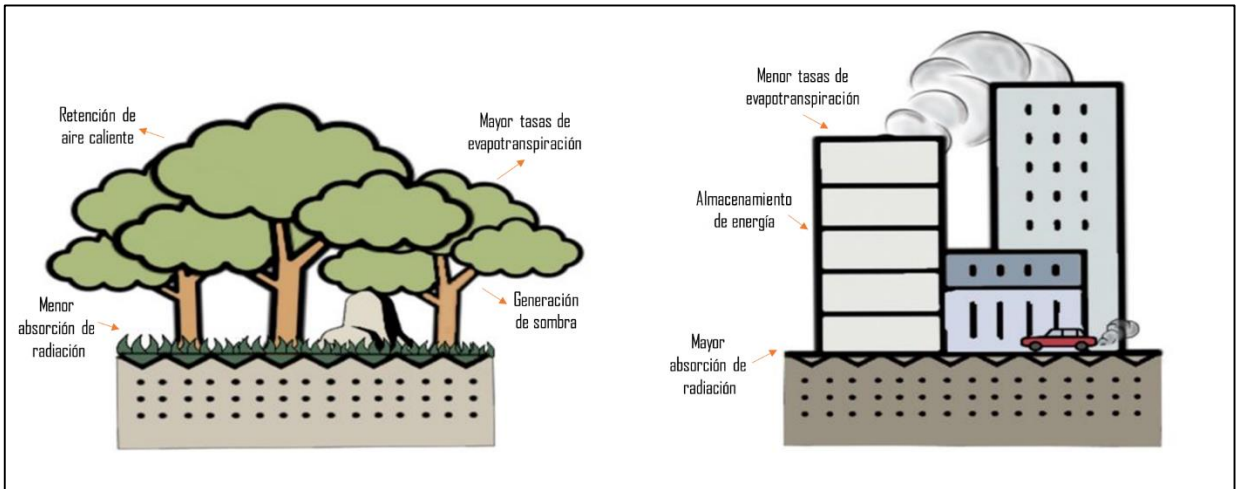
Razón por la cual, Moreno (1990) establece que una estrategia de mitigación para las islas de calor en las ciudades es la implementación de áreas verdes y parques urbanos ya que permiten generar una reducción en la temperatura del área urbana, mediante el enfriamiento y aumento de la humedad en el aire, al poseer la capacidad de llevar a cabo el proceso de evapotranspiración (Gálvez, 2013).

De igual forma, las áreas verdes en zonas urbanas evitan la radiación solar por medio de la sombra que proveen sobre las calles y aceras de la ciudad, además de retener una parte del aire caliente en las copas de los árboles, lo cual también contribuye a la reducción de la temperatura durante el día, según lo que describe Puliafito, *et al.* (2013) (Ver figura 1).

Goretti & Herrera (2017) consideran que la implementación de áreas verdes es una de las mejores estrategias para contrarrestar los efectos que ocasionan las islas de calor urbanas, sin embargo, para que dicha estrategia sea efectiva se deben considerar distintos factores como las especies de flora a utilizar, pues estas deben ser compatibles con las condiciones climáticas de la ciudad.

A la par de ello, el diseño, la estructura y la distribución de las áreas verdes deben ser acordes a las necesidades y funciones de la zona urbana, puesto que, al introducir áreas verdes en la ciudad se pretende, además de mitigar los daños que ocasionan las islas de calor, mejorar la calidad de los espacios públicos (Guillén & Orellana, 2017).

Figura 1. Comportamiento de la radiación solar en el contexto natural y urbano.



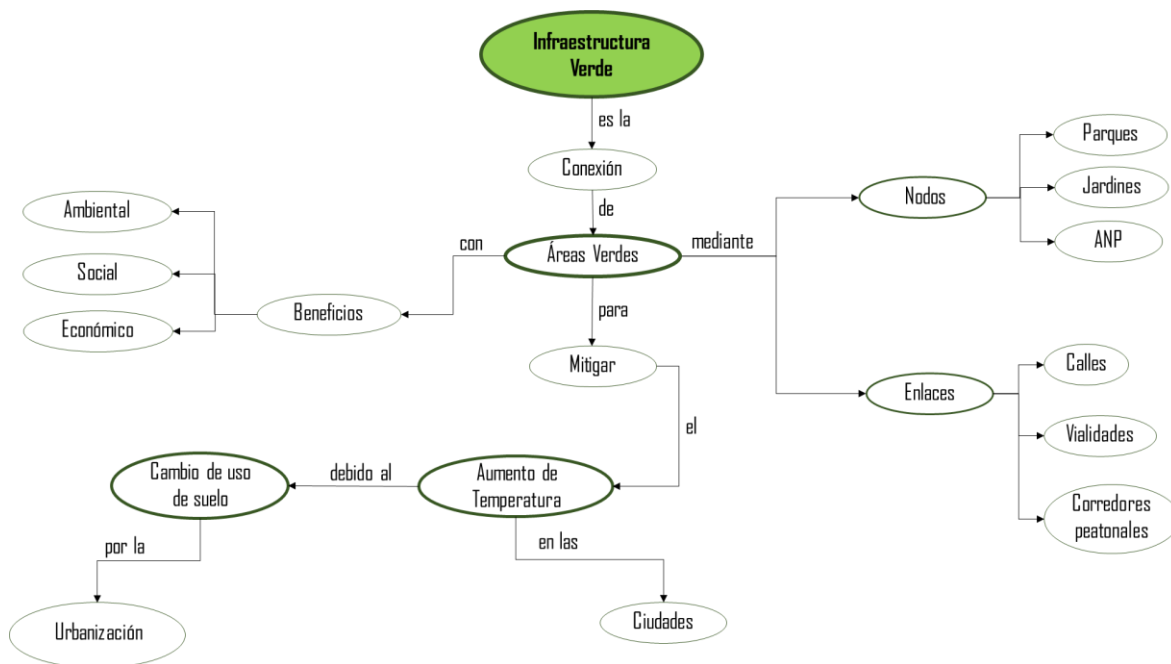
Fuente: Elaboración propia con base a Puliafito, et al. (2013).

1.4 ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

La expansión de las ciudades, como lo establece Vásquez (2016), ha traído consigo la alteración de los ecosistemas naturales a causa de la contaminación ambiental, el uso indiscriminado de los recursos naturales y el reemplazo del área natural por infraestructura gris. Dicho proceso ha sido un factor clave en la pérdida de ecosistemas, lo que ha generado una reducción en los servicios ambientales que ciertos entornos proporcionan a la población.

Razón por la cual la Universidad Nacional Autónoma de México (2009), considera que la implementación de infraestructura verde en las ciudades es una posible estrategia para solucionar algunas problemáticas y riesgos ambientales que se presentan en las zonas urbanas.

Esquema 1. Concepto de infraestructura verde.



Fuente: Elaboración propia con base a Benedict & McMahon (2002).

La infraestructura verde es un término que surgió de la intención de planificar ciudades y promover la conservación del medio. Esta tiene como propósito crear la vinculación de los hábitats que han sido fragmentados por la expansión del área urbana para que la población y la biodiversidad pueda beneficiarse de ello, según lo que manifiesta Benedict & McMahon (2002).

Como lo establece la UNAM (2009), fue a finales del siglo XIX, que este término comenzó a utilizarse en el diseño de las zonas urbanas, pues pretende proveer de áreas verdes a la población de forma que contribuyan a la protección de la biodiversidad y los recursos naturales en los ecosistemas urbanos, así como fomentar el desarrollo sustentable.

De igual manera, el Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo (2017), considera que la infraestructura verde es un conjunto de sistemas naturales que se caracteriza por ser multifuncional, ya que entre sus beneficios se encuentra mejorar la calidad ambiental, así como proporcionar servicios de tipo social, económico y cultural.

Esto a través del diseño y la planificación de redes conformadas por distintos componentes de áreas verdes como lo son en espacios públicos (parques, vialidades, camellones, glorietas), zonas residenciales (patios y jardines), así como áreas naturales y rurales (cerros, ríos, arroyos, humedales, corredores biológicos, entre otros). Que como lo decreta (Vásquez, 2016), al ser espacios interconectados dan solución a problemas de índole urbana tales como las inundaciones, falta del recurso agua, escasez de espacios recreativos para la población e inclusive combatir las variaciones climáticas.

Quiroz (2018), manifiesta que la infraestructura verde es una manera en la cual las ciudades pueden mitigar y adaptarse a las islas de calor ocasionadas por el fenómeno del cambio climático. De igual forma, la Unión Europea (2013) postula que la humedad que aporta la vegetación de las distintas técnicas de infraestructura verde contrarresta los efectos de dicho fenómeno climático además de mejorar la calidad de aire por medio de la absorción de CO₂, siendo una estrategia que es económicamente más barata que otro tipo de tecnologías.

Por otra parte, la infraestructura verde también es definida por Salazar (2019), como aquel conjunto de espacios que tienen el propósito promover la conservación de la biodiversidad en las ciudades y a su vez suministrar servicios ambientales a la población, manteniendo en condiciones aptas los recursos naturales y creando entornos urbanos que proporcionen una mejor calidad de vida a la población que habita en ciudades.

Además, Vásquez (2016) sostiene que la infraestructura verde está conformada por diversos y distintos tipos de áreas verdes, las cuales se caracterizan por estar interconectadas de manera espacial y tener funciones complementarias, con lo cual se logra que las semillas, agua, aire y fauna puedan moverse entre nodos o núcleos formando con ello lo que se conoce como corredores biológicos o sistema de escalones (stepping stones).

Los “nodos”, según lo que menciona la UNAM (2009), es uno de los componentes clave que conforma a la infraestructura verde, los cuales son espacios en los que existe una interacción entre las actividades humanas y el medio natural, paralelamente, este sistema de áreas verdes también está conformado por lo que el autor determina como “ligas” (conocidos también como “enlaces”), las cuales son infraestructura como los parques lineales, calles, corredores peatonales, vialidades, franjas vegetales, entre otros, que promueven la continuidad de los ecosistemas, por lo tanto, el conjunto de nodos y ligas forman las redes que caracterizan a la infraestructura verde.

Del mismo modo, Benedict & McMahon (2002) declara que los nodos (hubs) proporcionan hábitats para la vida silvestres y servicios ecosistémicos, mientras que los enlaces (links) funcionan como conectores entre cada uno de los sistemas. Por lo que es indispensable un compromiso continuo en su creación, utilización y mantenimiento para que se lleve a cabo la protección y gestión de dichos sistemas a largo plazo.

Según lo que establece McMahon (2000), la infraestructura verde puede ser implementada a distintas escalas como lo es a nivel estatal, regional, en ciertas áreas metropolitanas o inclusive a nivel comunidad. Sin embargo, como lo afirma

Watershed Management Group (2012), para que dichos proyectos referentes a la implementación de infraestructura verde sean exitosos y verdaderamente benéficos para la sociedad se requiere de planeación multidisciplinaria, integración y apoyo de todos los actores involucrados.

Es importante mencionar que la implementación de infraestructura verde en las ciudades es considerada polifuncional ya que trae consigo múltiples beneficios en distintos ámbitos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Beneficios de la implementación de infraestructura verde

<p>Beneficios ambientales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Provee una mayor calidad de agua potable mediante el mejoramiento del sistema de abastecimiento. • Evita la erosión del suelo. • Disminuye la contaminación del aire y agua. • Crea hábitats y refugio para la biodiversidad. • Mayor desplazamiento de especies por hábitats conectadas.
<p>Beneficios sociales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la calidad de vida de la población. • Genera una mayor fuente de empleos. • Fomenta el transporte sustentable y el uso de energías limpias. • Aumenta los espacios recreativos para el disfrute de la población. • Impulsa el turismo.
<p>Mitigación y adaptación al cambio climático</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mitiga los efectos de las islas de calor urbano. • Fortalece la resiliencia de los ecosistemas. • Contrarresta los disturbios ocasionados por desastres naturales. • Contribuye al almacenamiento y captura de carbono • Previene inundaciones. • Soluciona problemas de sequías.

Fuente: Elaboración propia con base a la Unión Europea (2013); IMPLAM (2017).

1.5 RESILIENCIA URBANA

Las zonas urbanas, según lo que menciona las Naciones Unidas (2012), al formar parte de sistemas complejos que están interconectados entre sí, son sede de diversos problemas socioambientales, que pueden ocasionar riesgos de desastres, por lo que se considera indispensable crear ciudades resilientes mediante la implementación de políticas y estrategias, las cuales a su vez permitan solucionar los retos a las que se enfrentan las ciudades.

Teniendo en cuenta a Holling (1973), la “resiliencia” es una propiedad que demuestra la habilidad que tienen los sistemas para afrontar con persistencia las perturbaciones, a la vez que mantienen las relaciones entre sus variables. Del mismo modo Walker, *et. al.* (2004)., describe resiliencia como aquella capacidad que consiste en una reorganización debido a los cambios que se experimentan, en la cual se mantendrá las mismas funciones, estructura e identidad que caracteriza a un sistema.

Al contrario, Escalera & Ruiz (2011), establecen que la resiliencia es un término contradictorio, puesto que se define como la facultad que tienen los sistemas de generar cambios que no sean sustanciales a pesar de ser el cambio una propiedad de tipo permanente. Sin embargo, ambos autores consideran que la resiliencia es un indicador que permite analizar la vulnerabilidad de los socioecosistemas por medio de la capacidad que tienen de llevar a cabo un proceso de transformación, el cual pudiera ser interno o externo.

Haciendo énfasis en lo que mencionan Escalera & Ruiz (2011), para que una ciudad sea considerada como resiliente depende de un conjunto de elementos interdependientes.

Por consiguiente, de acuerdo con ONU-HABITAT (2016), la resiliencia urbana consiste en la habilidad de las comunidades que habitan en las ciudades de enfrentar los impactos producidos por tensiones, logrando así su supervivencia y adaptación, de forma que se reduzca la vulnerabilidad de estas y permita la restauración del sistema que conforma la zona urbana.

Para formar ciudades resilientes, que respondan a las adversidades, como lo describe Méndez (2011), se realiza un proceso donde se decretan las estrategias de acción, mismas que son establecidas mediante la elaboración de estudios diagnósticos del entorno, donde se establecen las debilidades y fortalezas del área con el fin de determinar los factores del sistema que se deben cambiar, así como los que se pueden mantener, dando como resultado ciudades resilientes que proporcionen una mejor calidad de vida a sus habitantes y fomenten la sostenibilidad, aumentando así la posibilidad de atraer población, inversiones e inclusive empresas, que en conjunto contribuyan a un dinamismo renovado.

De igual forma, como lo plantea Metzger & Robert (2013), la resiliencia urbana además de fortalecer la autonomía de las sociedades, impulsa el desarrollo y conservación de los sistemas urbanos, al mismo tiempo que pretende dar solución y disminuir los impactos de las problemáticas socioambientales, primordialmente los efectos producidos por el fenómeno del cambio climático, los cuales son considerados como una amenaza para la población. Esto mediante ejes de acción que permitan a las comunidades recuperarse y estar preparados ante futuros riesgos ambientales e inclusive desarrollar la capacidad de adaptación a estos.

La transición hacia la resiliencia urbana, citando a Zúñiga & Libys (2018), se define como “(...) un proceso transversal que reduzca y reoriente las inequidades sociales, económicas y ambientales en áreas urbanas a través de la estabilidad integral e integrada de los sistemas naturales, construidos, y sociales para lograr riesgos aceptables de acuerdo a los niveles de desarrollo de las localidades, el aseguramiento de la permanencia, la calidad, el desarrollo de la vida de los seres humanos y el entorno que les rodea”.

Diversos autores plantean que la resiliencia urbana es un enfoque colectivo e individual, con carácter interdisciplinario que engloba lo educativo, espacial y cultural, el cual entre sus objetivos se encuentra generar estabilidad en la vida de los individuos.

Dicho lo anterior y de acuerdo con las Naciones Unidas (2012), se puede considerar a una ciudad como resiliente cuando en ella rige un gobierno competente e inclusivo que garantiza un proceso de urbanización sostenible y planificado, asignando los recursos necesarios que requiere la ciudad antes, durante y después de un desastre natural. Habitando en ella personas que participan activamente en conjunto con las autoridades locales para decidir sobre la planificación de la zona urbana, siendo una de sus prioridades la minimización y anticipación de las adversidades que generan los fenómenos naturales y las actividades antropogénicas.

Con ello se obtendrán una serie de beneficios tales como un mayor desarrollo económico y la creación de empleo debido a un mayor aporte de los inversores, puesto que conocen que las pérdidas por desastres serán menores. Paralelamente, se generarán comunidades más habitables como resultado de un existente equilibrio del ecosistema que proveerá servicios a la población, además de espacios de recreación y la disminución de la contaminación en el área urbana (Naciones Unidas, 2012).

Asimismo, como lo hace notar Beatley (2016), los árboles, espacios verdes, parques y áreas silvestres naturales en las zonas urbanas, además de beneficiar a la salud y bienestar de la población, son una herramienta de aporte para lograr que una ciudad sea más resiliente al contribuir en la gestión de los recursos naturales, generar una mejor adaptación a la variación climática e inclusive fomentar la producción de alimento para y por la misma comunidad urbana.

Dicho autor considera que la infraestructura verde en espacios públicos es una estrategia que impulsará ciudades resilientes ante fenómenos climáticos que enfrentan las áreas urbanas como lo son las islas de calor, ya que los espacios verdes reducen directamente la temperatura de la zona además de fortalecer las redes sociales, permitiendo a la sociedad tener la capacidad de enfrentar en conjunto los retos que dichas problemáticas ambientales generan.

1.6 GOBERNANZA URBANA EN CIUDADES RESILIENTES.

En la opinión de Soto & Gómez (2020), la gobernanza nace del cambio del sistema burocrático con el fin de adaptarse al entorno contemporáneo y a su vez superar los conflictos que se presenten en los esquemas tradicionales, siendo para ello indispensable promover en la implementación de políticas de tipo gubernamental, una gobernanza transparente y accesible.

Según Espejel (2014), la gobernanza radica en coordinar e interconectar a los actores a través de redes conformadas por individuos gubernamentales y no gubernamentales, en las cuales se prioriza la movilización de recursos y poder, para regular cada una de las acciones a manera de impulsar nuevas formas de orden social, generando de esta forma cierta autonomía del Estado.

Pues, como lo establece Venancio (2016), el proceso que implica la gobernanza no pretende disminuir el papel que ejerce el Estado sobre la sociedad, sino más bien crear sinergias entre este y todos los actores involucrados, a favor del desarrollo urbano.

En la opinión de Pascual (2007), la gobernanza es el innovador arte de gobernar, misma que tiene la capacidad de organizar y reestructurar las funciones y acciones del gobierno a manera de lograr una mejora en la gestión relacional con la sociedad para obtener como fin el desarrollo humano. De igual manera, Cerrillo (2005), define la gobernanza como una forma distinta de gobernar, la cual se caracteriza por la participación de múltiples individuos y la creación de relaciones horizontales en las que existe un balance entre el poder público y la sociedad civil, de forma que se produzca el fortalecimiento de las interacciones entre las instituciones y el gobierno.

Ya que como lo expresa Escallón (2014), la gobernanza consiste en un modelo de gobierno que difiere al establecido control jerárquico, con el que se pretende generar una mejora en la creación de normas sociales. Asimismo, lo menciona Santana (2018), un buen gobernante se preocuparía por la educación, por la salud, por crear fuentes de empleo, entre otros asuntos primordiales.

Para realizar sus programas y diseñar las políticas públicas respectivas es imprescindible el conocimiento técnico, pero no es lo único necesario. En los líderes se requiere la competencia moral que le permite hacer juicios y tomar decisiones que beneficien a las mayorías.

Dicho con palabras de Porras (2016), la gobernanza está esencialmente relacionada con procesos de direccionalidad en los que se necesita de la cooperación intersectorial y la eficiencia gubernamental para generar entornos auto organizados que resuelvan los conflictos sociales mediante un enfoque interdisciplinario.

Incluso, Alfie (2016) describe a la gobernanza como un instrumento de coordinación que conlleva a la toma de decisiones y la formulación de políticas, teniendo en cuenta las preferencias e intereses de todos los individuos involucrados. Siendo la gobernanza, en palabras de Soto & Gómez (2020), un factor clave entre las instituciones y las políticas urbanas para lograr que un sistema de planificación urbano sea democrático y participativo.

Como lo afirma Clark (1977), las zonas urbanas se han caracterizado por el existente fracaso en los sistemas de liderazgo y la formulación ineficiente de las políticas, lo cual impiden que las ciudades logren un desarrollo sostenible debido a la presencia de fenómenos sociales tales como la pobreza, el desempleo e inclusive la marginación. Razón por la cual, el autor considera preciso implementar políticas que fomenten el liderazgo innovador con el fin de solucionar las problemáticas presentes en las ciudades.

Es así que la gobernanza urbana es considerada por Rodriguez & Moulaert (2001), como aquel conjunto de relaciones entre las instituciones formales e informales que conforman el gobierno de una ciudad, en la cual se busca generar un equilibrio en la contribución de los actores, redefiniendo el papel del gobierno ante la toma de decisiones.

Dicho tipo de gobernanza, como lo menciona Delgado (2009), pretende atender las inconformidades de la sociedad que habita en zonas urbanas mediante la acción pública y el sentido de responsabilidad colectiva, creando distintas redes entre los múltiples agentes y el gobierno para impulsar la participación ciudadana, la cual es considerada de suma importancia para efectuar transformaciones en las políticas y el territorio, con las cuales se dé solución a los conflictos que enfrentan las sociedades en la actualidad.

Además, según lo establecido por Ferrusca, *et al.* (2012), la gobernanza urbana, no es sino un método de gestión que busca trascender los límites políticos y fronteras administrativas ya establecidas tanto para la toma de decisiones, como en la creación de políticas públicas, a manera que se caractericen por ser transversales.

Inclusive Delgado (2009), considera que la gobernanza urbana utiliza la acción pública como una herramienta para transformar los componentes del territorio, puesto que bajo este modelo se pretende planificar ciudades centradas en las necesidades de la población que habita en ellas, siendo la escala local la más apta para ello por la vinculación existente entre el gobierno, la sociedad y el espacio urbano.

Pues, dicho con palabras de Vásquez (2014), la gobernanza urbana es “(..) el resultado de un conjunto de transformaciones de cierto modo interrelacionadas: dispersión y fragmentación del Estado, y de sus ámbitos de gobierno con competencias en las ciudades; cuestionamiento de la democracia representativa y aparición de nuevas formas de participación; incorporación de diversos actores en la solución de los problemas colectivos urbanos, formas de articulación e interacción horizontales entre los gobiernos locales y los actores económicos y sociales.”

Sin embargo, a juicio de Navarrete (2020), si bien la gobernanza aplicada en distintas áreas urbanas puede tener factores comunes entre sí, no es considerada como una generalidad puesto que cada espacio presenta variaciones según las condiciones geográficas, sociales y ambientales que estas posee.

Por otro lado, Flores (2012), menciona que, para incorporar perspectivas de sustentabilidad y gobernanza, se requiere identificar los fallos existentes y corregirse mediante la aplicación de formas particulares de gestión y planificación con apoyo de la participación ciudadana.

Sin embargo, debido al proceso de gestión y planificación de los espacios públicos, en algunos casos el nivel de la toma de decisiones deja de ser local escalando al carácter metropolitano o regional, siendo generalizados, por lo que los diversos aspectos de lo que se pretende lograr deben coincidir, considerando factores económicos, sociales y ambientales y que además mantengan su propósito a largo plazo.

Es preciso mencionar que los principios de gobernanza como la participación de la sociedad civil, inclusión social y la responsabilidad colectiva son pilares en la transformación de la administración pública para fomentar la creación de áreas verdes, apoyados de una correcta gestión económica y legal de los bienes y servicios públicos, tales como los planes de ordenamiento territoriales y ecológicos, planes de desarrollo y programas de planificación urbana, promoviendo así los procesos participativos ciudadanos en el desarrollo urbano y sustentable.

1.7 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 1

Esquema 2. Infraestructura verde y sus dimensiones de análisis.



Fuente: Elaboración propia con base a diversos autores..

Como lo considera Gifreu (2018), las ciudades son unidades territoriales estratégicas para combatir las variaciones climáticas ya que en estas se promueven e impulsan soluciones integrales de mitigación y adaptación ante los efectos de dicho fenómeno.

Las zonas urbanas, según palabras de Moreno (2009), son el centro donde se manifiesta el desarrollo económico, pero también una serie de problemáticas contemporáneas que implican al ser humano y su relación con el entorno, es por ello que en ellas se elaboran políticas y planes de acciones para lograr un desarrollo sustentable que permita dar solución a los conflictos.



Siendo, según palabras de dicho autor, la resolución de los problemas urbanos uno de los temas prioritarios en distintas agencias de desarrollo internacionales, gabinetes gubernamentales e inclusive en organizaciones de índole no gubernamental.

En la opinión de Zumelzu-Scheel (2016), las zonas urbanas en las que se interpone un desarrollo sustentable deben ser consideradas como una estructura compleja entre los aspectos social, económico y cultural, en la cual la interacción de estas define si se logra o no formar ciudades sustentables. De igual forma, como lo plantea Soto-Cortés (2017), la sustentabilidad en las áreas urbanas implica un balance económico, social y ambiental, un uso racional de los recursos naturales, además de la reducción en las emisiones contaminantes, lo que brindará una mejor calidad de vida a sus habitantes mediante los servicios e infraestructura apropiada

En ese sentido, el autor considera que la sustentabilidad promueve la planificación del uso del suelo basada en la construcción de ciudades sustentables, lo que garantiza además de la conservación de este recurso, un entorno de bienestar y condiciones de vida adecuadas a la población.

Asimismo, Cifuentes & Llop (2015), consideran que las ciudades sustentables son el espacio ideal para crear un equilibrio entre el aspecto natural y el artificial, de acuerdo con las necesidades y requerimientos de la población que habita en ellas, sin embargo, para dicha construcción del entorno urbano es preciso además de tecnologías creativas e innovadoras que diseñen el hábitat, la participación de la ciudadanía.

Ya que como lo hace notar Delgado (2009), tanto la gobernanza urbana como la participación de la sociedad son factores clave en la construcción del espacio urbano, puesto que es la población quien debe decidir las características del entorno que más les beneficie según sus necesidades reales, lo cual generará en la ciudadanía un sentimiento de responsabilidad para con el ambiente.

Cedrés (2012), enfatiza que es la participación activa de los ciudadanos lo que determina la construcción de metrópolis democráticas, incluyentes y sustentables, pues es así como se establece la relación entre las demandas y expectativas de la sociedad con las políticas y proyectos que generan los tomadores de decisiones, sin embargo, es de suma importancia que la misma población exija continuidad en los procesos que emanan los gobiernos locales, con el fin de que exista una verdadera transformación en las ciudades.

De igual manera, Gifreu (2018), determina que mitigar y revertir los efectos del cambio climático es uno de los principales objetivos del desarrollo urbano sustentable, pues para obtener beneficios a nivel global es preciso actuar desde lo local.

Es así que diversos estudios consideran la implementación de infraestructura verde como una estrategia que contribuye no sólo a la reducción de los efectos de las variaciones climáticas, sin mencionar los múltiples beneficios que dicha estrategia genera tanto para la población como para el ambiente. Puesto que las zonas verdes en las ciudades tienen la capacidad de reducir las temperaturas extremas mediante la sombra que estas generan, la afluencia del viento y por el proceso de evapotranspiración (Akbari, 2009).

Asimismo, la implementación de vegetación en las áreas urbanas genera una mejora en el microclima de la metrópoli, misma que contribuye de manera positiva a la salud los habitantes, por ejemplo: la disminución del estrés y la reducción de las enfermedades respiratorias debido a una mejor calidad del aire (Frutos & Esteban, 2009).

2.1 COORDINACIÓN INTERMUNICIPAL COMO BASE DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE.

La intermunicipalidad es considerada para Ugalde (2007), como aquel mecanismo a través del cual los municipios unen esfuerzos para hacer frente, de manera conjunta a los conflictos que se presentan en el espacio. De modo similar, para Santín (2013), la coordinación intermunicipal es la forma en que los municipios atienden mediante una gestión eficiente y de forma conjunta los problemas que comparten como los que se generan en la prestación de los servicios públicos, así como aquellos presentes en las funciones públicas, promoviendo así estrategias para el desarrollo sustentable del territorio y optimizando tanto los recursos humanos como los económicos.

Es en ese sentido, Santín (2013), declara a la intermunicipalidad como un acuerdo de tipo voluntario y legal entre los ayuntamientos que conforman cada municipio, el cual puede ser representado por medio de convenios, estatutos o inclusive reglamentos, con los que se pretende crear una nueva entidad local con metas definidas y que cuente con su propio financiamiento económico. Pues tal como lo menciona Carrera (2016), al existir esa colaboración entre los municipios, se obtiene una mejora en la gestión de la estructura entre el gobierno local, estatal e inclusive el nacional, siendo considerada como una táctica para potencializar las habilidades y capacidades de los gobiernos regionales con el propósito de satisfacer la demanda de servicios y las necesidades de la población.

Ya que, según lo establecido por Santín (2013), la intermunicipalidad además de impulsar la legitimidad y la transparencia por medio de la rendición de cuentas, también fomenta el uso razonable de los recursos naturales y económicos, dando paso a una descentralización horizontal.

La intermunicipalidad consta de dos variantes: por una parte, el espacio geográfico que ha sido modificado a causa de fenómenos tales como el desarrollo y crecimiento de ciudades aunado al aumento poblacional; y, por otra parte, el factor de la

coordinación y colaboración entre las distintas instituciones con el propósito de que los municipios logren acuerdos entre sí. Puesto que debido a la presión ejercida por las actividades antropogénicas para con el ambiente, se ha vuelto necesario analizar las problemáticas que aquejan a las sociedades de manera interregional para plantear estrategias de solución que no considere los límites geográficos (Pacheco, 2014).

Ahora bien, como lo afirma (Duque, 2017), en ocasiones se apuesta por la coordinación intermunicipal para la realización de ciertos tipos de proyectos locales que debido a su escala y costos es preferible y ventajoso para los municipios trabajar de manera conjunta con el fin de aprovechar las distintas capacidades y fortalezas de cada uno de ellos, tal como se ha mencionado anteriormente. Es por esta razón que es la coordinación municipal uno de los elementos que caracteriza a la infraestructura verde.

No obstante, a pesar de la voluntariedad que la intermunicipalidad implica, se afirma que aún no se ha logrado avanzar en esta constante, debido a que tal, como lo hace notar Santín (2013), existen algunos limitantes que inhiben la existencia de la coordinación intermunicipal, como puede ser el desinterés y rechazo por parte de los tomadores de decisiones del gobierno local, la falta de coordinación entre los múltiples actores que rigen los municipios, escasez de recursos económicos para participar en proyectos intergubernamentales e incluso la falta de incentivos que motive la participación colectiva para el beneficio de la comunidad. Por lo tanto, se requiere de la obligatoriedad para impulsar a los municipios a elaborar y conformar proyectos de infraestructura verde de nivel regional.

Ahora bien, tal como lo establece Calaza (2016), para poder llevar a cabo la implementación eficiente de infraestructura verde enlazada entre municipios, en primer lugar, se debe entablar el diálogo con las direcciones municipales involucradas para que todos participen de manera activa, logrando un trabajo colectivo para obtener el mayor beneficio de la coordinación municipal.

Por otro lado, es esencial que los municipios identifiquen sus capacidades, características, problemáticas, circunstancias y objetivos, ya que con ello se determinará y asignará el diseño más apto de infraestructura verde de cada región.

Cabe resaltar que no solo la organización entre los municipios es clave para lograr la integración de infraestructura verde en distintas ciudades, sino también la cooperación entre las diferentes administraciones lo que determinará el éxito de dicho proyecto (Calaza, 2016).

Es importante que en los proyectos de infraestructura verde exista la participación de las distintas formas de organizaciones sociales como: organizaciones no gubernamentales, colonos, organizaciones sociales, empresas particulares, entre otros. Puesto que según la opinión de Harvey (2013), los habitantes tienen la libertad de generar cambios en ella y restaurarla para su mejora según los deseos y necesidades de los individuos, no es sino un derecho colectivo para conseguir un progreso en el desarrollo urbano sustentable.

2.2 CONTEXTO DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Con el propósito de garantizar el bienestar social, económico y la sostenibilidad de la sociedad, las ciudades se han comprometido al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030, la agenda climática y la nueva agenda urbana (Hábitat III). Impulsando a las ciudades de todas partes del mundo a optar por la implementación de proyectos de infraestructura verde como una medida de adaptación y mitigación ante los efectos del cambio climático.

Según las palabras de Vásquez (2016), la infraestructura verde presenta una serie de ventajas y oportunidades gracias a su multifuncionalidad y multipropósito, puesto que con los diseños adecuados se puede contribuir de manera simultánea tanto a mitigar el cambio climático como a otras problemáticas socioambientales que se presentan en las ciudades. Es en este sentido que las áreas verdes en las zonas urbanas han ido creando un balance entre los espacios verdes y la infraestructura gris de las ciudades para garantizar además de servicios ambientales, una mejora en la calidad de vida de la población.

Sin embargo, para alcanzar la eficiencia en la infraestructura verde es necesario superar algunos retos que se presentan en su aplicación. Como, por ejemplo, la coordinación entre todos los tomadores de decisiones implicados y la participación activa de la ciudadanía, puesto que estos son factores que limitan tanto la escala como la implementación de los proyectos que fomentan la conectividad entre las áreas verdes de las ciudades.

A continuación, se presenta algunos casos de proyectos de infraestructura verde a escala internacional, nacional y a nivel local.

2.2.1 Casos internacionales

Tabla 2. Casos internacionales de infraestructura verde

Nombre	Lugar	Características principales	Objetivos	Enfoque	Ámbito
Ciudad de Curitiba	Brasil	La zona urbana de Curitiba cuenta con 20 parques, 9 bosques, huertos y jardines municipales (852 m ² de área verde por habitante), donde se imparten programas de educación ambiental impartido a niños y jóvenes.	<ul style="list-style-type: none"> -Prevenir posibles inundaciones. -Suministrar ampliamente el servicio de saneamiento básico. -Conservar amplias áreas de cuencas. -Generar espacios recreativos para la población. 	Sustentable	Regional
Corredor verde del Bajo Danubio	Rumanía, Bulgaria, Ucrania y Moldavia	Acuerdo entre dichos países para establecer una red de zonas verdes (principalmente llanuras y zonas de inundación) por su gran importancia biológica y servicios ecosistémicos que proporcionan.	<ul style="list-style-type: none"> -Conservar la biodiversidad. -Gestionar los recursos naturales de forma sostenible. -Fomentar estrategias de conservación del recurso agua. 	Sustentable	Regional



Estrategia de infraestructura verde en Navarra	España	Red que permite la conectividad de distintos tipos de áreas verdes a través del Departamento, como lo son humedales, áreas naturales protegidas, diversos paisajes, vías pecuarias, espacios fluviales.	-Mitigar los efectos ocasionados por el cambio climático -Reforzar vínculo entre el ser humano y la naturaleza. -Restaurar y proveer servicios ecosistémicos y culturales.	Sustentable	Regional
Lafitte Greenway	Estados Unidos	Nuevo Orleans convirtió un antiguo camino ferroviario en parque lineal después del huracán Katrina, siendo la participación de la comunidad clave para el diseño de dicha infraestructura verde.	-Facilitar y promover distintas formas de movilidad sustentable. -Crear espacios de recreación para la comunidad.	Imagen urbana	Regional
Cinturón verde urbano de Mirandola	Italia	Cinturón verde alrededor de la ciudad para generar sombra y contribuir la reducción de la temperatura en verano, así como almacenar dióxido de carbono (CO ₂).	-Mitigar los efectos del cambio climático. -Reducir consumo energético.	Sustentable	Regional

Fuente: Elaboración propia con base a diversos autores.

Como se muestra en la Tabla 2, a escala internacional se han empleado distintos proyectos de infraestructura verde en el ámbito regional con enfoque en su mayoría referido a la sustentabilidad, pero también a la imagen urbana, mismos que son diseñados según las características, necesidades y problemáticas que se presentan en la ciudad.

Asimismo, cada uno de los proyectos poseen múltiples propósitos entre los que destacan combatir el cambio climático, así como generar espacios de recreación para el disfrute y la mejora de la calidad de vida poblacional, siendo los objetivos más constantes en los casos presentados.

De igual manera, es importante destacar que cada uno de los proyectos de infraestructura verde expuestos poseen uno o más elementos fundamentales con los que se logró su efectividad. En el caso de Curitiba dicho elemento es la planificación urbana, ya que gracias a esta herramienta se logró la implementación de amplias áreas verdes para dar solución a los conflictos socio ambientales como lo eran las inundaciones y la movilidad ineficiente.

Además, la participación de la ciudadanía es otro elemento que sobresale en este proyecto, ya que propicia mediante la educación ambiental el empoderamiento de la población cuando de planificación urbana se trata. Lo que ha dado como resultado que hoy en día, dicha área urbana no sólo cuente con grandes extensiones de infraestructura verde, sino también con un desarrollo urbano sustentable.

Por otro lado, en el caso del Corredor verde del Bajo Danubio, se resalta la coordinación entre los tomadores de decisiones de cuatro países con un mismo objetivo en común, la mitigación ante el cambio climático y la gestión adecuada de los recursos naturales. Siendo dicha coordinación esencial para impulsar la creación de acuerdos entre diversas instituciones con el fin de conseguir mejoras ambientales, sin considerar las delimitaciones geográficas como limitantes, no sólo a nivel internacional, sino también estatal e incluso municipal.

Al mismo tiempo, la Estrategia de Infraestructura Verde en Navarra destaca la importancia de la conectividad de las áreas verdes en el territorio urbano para proveer de servicios ecosistémicos a los habitantes.

Igualmente, Lafitte Greenway es una prueba de que la infraestructura verde impulsa la capacidad de resiliencia en las ciudades puesto que después de los desastres ocasionados por el huracán Katrina, se han restaurado y renovado espacios verdes para la recreación de los habitantes. Realizando, al igual que en la ciudad de Curitiba, el diseño de esta infraestructura a través de la participación ciudadana para cerciorarse que se cumpla con todas las necesidades de los habitantes.

Por último, el Cinturón Verde Urbano de Mirandola, como todos los demás casos internacionales demuestran que existe una diversa variedad de aplicaciones, enfoques y objetivos cuando de implementación de infraestructura verde se habla, pues se realiza según el entorno lo demande.

Es así que estos casos internacionales destacan la importancia de crear mediante la infraestructura verde la conectividad de los espacios destinados a la vegetación en las zonas urbanas para proveer a estas de servicios ecosistémicos, los cuales como lo determina Benedict & McMahon (2002) no se podría obtener de parques o espacios verdes aislados. Siendo además una estrategia eficaz en las zonas urbanas para dar solución a algunos problemas socioambientales como lo es la gestión del recurso hídrico, la conservación de la biodiversidad, la movilidad sustentable e inclusive contrarrestar los efectos de las variaciones climáticas.

Es por ello que se considera necesaria la coordinación entre los tomadores de decisiones a favor de proyectos referentes a la infraestructura verde, no sólo implementados a una escala local, sino también que se establezcan interrelaciones desde el nivel regional hasta lo local, fomentando de esta manera la gobernanza en la planificación sustentable de las ciudades.

2.2.2 Casos nacionales

Tabla 3. Casos nacionales de infraestructura verde

Nombre	Lugar	Características principales	Objetivos	Enfoque	Ámbito
Parque Lineal Ferrocarril de Cuernavaca	Ciudad de México	Bosque urbano lineal interconectado con distintas colonias de la ciudad creado con fines deportivos, culturales y de esparcimiento social. Se fomentan varios tipos de movilidad como el uso de la bicicleta.	-Fortalecer la identidad de las personas con los espacios públicos que ofrece la ciudad. -Impulsar mediante la creación de senderos y ciclovías.	Imagen urbana	Local
Parque Lineal La Viga	Ciudad de México	Canal de áreas verdes que abarca una superficie de 17 mil 582 m ² , en los cuales se realizan actividades recreativas y deportivas.	-Distribuir de manera equitativa el espacio destinado a vehículos y peatones. -Generar una distribución eficiente del recurso hídrico.	Imagen urbana	Local
Jardín Botánico Culiacán	Culiacán, Sinaloa	10 hectáreas que resguardan más de 300 especies de flora exótica y nativa, así como cuerpos de agua con plantas acuáticas, destacando en estas la arquitectura del paisaje.	-Conservar y preservar la biodiversidad a través de la educación y cultura ambiental. -Promover la investigación científica.	Imagen urbana	Local



Huerto Tlatelolco	Ciudad de México	Agricultura urbana impulsada a partir de los desastres del terremoto de 1985. Se trabaja con la comunidad talleres, seminarios y programas para incentivar a los ciudadanos a generar sus propios alimentos.	-Convertir una zona sin uso en la ciudad en un espacio verde que genere beneficios tanto a la sociedad como al ambiente.	Sustentabilidad	Local
Jardín Infiltrante Legarla	Ciudad de México	Debido a la escasez del recurso agua en la ciudad, la Delegación Miguel Hidalgo implementó este jardín con 120 m2 de áreas verdes para infiltrar una en mayor cantidad agua al subsuelo.	-Disminuir los encharcamientos de la ciudad. -Infiltrar agua pluvial al subsuelo para combatir la escasez del agua. -Mejorar la gestión del recurso hídrico.	Imagen Urbana	Local
Plan municipal de infraestructura verde	Mérida, Yucatán	Plan elaborado para determinar las acciones y estrategias de infraestructura verde para el territorio. Se establecen en él programas y proyectos para impulsar la participación ciudadana.	-Obtener información sobre las áreas urbanas para la toma de decisiones. -Fortalecer el marco legal a manera que permita promueva la infraestructura verde.	Imagen Urbana	Local

<p>Programa de ordenamiento de arbolado y áreas verdes urbanas</p>	<p>Jalisco, Guadalajara</p>	<p>Caracterización socio-ambiental de la zona de estudio y diagnósticos determinar futuros escenarios ambientales, estableciendo así propuestas de infraestructura verde que den solución a problemáticas ambientales del municipio.</p>	<p>-Fortificar la gestión y manejo de los espacios verdes urbanos. -Generar una mejora en la calidad del aire. -Mitigar las variaciones presentes en el clima. -Impulsar la creación de áreas verdes como espacios de cohesión social.</p>	<p>Imagen Urbana</p>	<p>Regional</p>
---	-----------------------------	--	--	----------------------	-----------------

Fuente: Elaboración propia con base a diversos autores.

Según lo que se muestra la Tabla 3, en México existen algunos proyectos de infraestructura verde que, si bien son generados a una escala local y con un enfoque referidos a la imagen urbana, a comparación de los casos internacionales que representaban una perspectiva inclinada a la sustentabilidad en un ámbito regional, son significativos para impulsar a la implementación de los mismos a una mayor escala o en mayor cantidad.

Es así que se debe mencionar que a pesar de que los proyectos señalados son considerados de infraestructura verde, es notorio que cada uno de estos cuenta con objetivos diferentes, por ejemplo:

El Parque Lineal Ferrocarril de Cuernavaca y el Parque Lineal La Viga fueron construidos con el propósito de generar espacios de recreación para la población y promover la movilidad no motorizada, por otro lado, el Huerto Tlatelolco pretende ser un espacio para promover la producción sustentable de alimentos e incentivar la agricultura urbana, mientras que el Jardín Botánico de Culiacán promueve la investigación científica y a su vez la conservación de la biodiversidad, siendo el Jardín Infiltrante Legarla junto con el Parque Lineal La Viga los únicos enfocados a

la gestión del recurso hídrico, enfocándose primordialmente en las inundaciones y en la recolección del líquido vital debido a la escasez que este presenta.

Además, existe el Programa de ordenamiento de arbolado y áreas verdes urbanas, así como el Plan municipal de infraestructura verde. Instrumentos que consideran entre sus objetivos la creación de espacios verdes en el territorio, haciendo énfasis en el marco legal, como una estrategia para la mejora del entorno urbano y la mitigación a las variaciones que se presentan en el clima.

A pesar de que ningún proyecto nacional de los presentados tiene establecido en sus propósitos la mitigación y/o adaptación al cambio climático como sucede en el Plan municipal de infraestructura verde y en el Programa de ordenamiento de arbolado y áreas verdes urbanas, cada uno de ellos cumple directa o indirectamente con dicho objetivo.

De igual manera, la Tabla 3 demuestra que el Parque Lineal Ferrocarril de Cuernavaca, el Parque Lineal La Viga, Huerto Tlatelolco y el Jardín Infiltrante Legarla están localizados en la Ciudad de México, siendo así el área urbana donde más casos de infraestructura verde se han llevado a cabo en el país.

2.2.3 Casos locales

Tabla 4. Casos locales de infraestructura verde.

Nombre	Lugar	Características principales	Objetivos	Enfoque	Ámbito
Parque de la Ciencia	Toluca, Estado de México	Parque recién construido, localizado en la zona centro de la ciudad que cuenta con espacios de recreación, educativos y culturales.	-Regenerar la imagen urbana de la ciudad. -Crear un pulmón verde para el área urbana. -Impulsar la economía y el turismo.	Imagen Urbana	Local
Parque Metropolitano Bicentenario	Toluca, Estado de México	Espacio ecológico con una superficie de 22.5 hectáreas en el cual existe una gran diversidad arbórea e infraestructura para actividades recreativas, deportivas y culturales como gimnasios, areneros, ciclovías, trotapistas, entre otros.	-Fomentar la preservación del ambiente mediante el desarrollo de valores. -Proporcionar áreas verdes que promuevan la recreación, el deporte y actividades culturales.	Imagen Urbana	Local
Corredor Colón	Toluca, Estado de México	Avenida representativa de la ciudad construida en el año de 1906. Cuenta con espacio para los peatones, infraestructura como bancas y bolardos, cafeterías, así como cedros en ambos lados de la avenida con una altura mayor de 40 metros.	Renovar la imagen urbana de la ciudad de Toluca.	Imagen Urbana	Local



<p>Alameda Central Parque Cuauhtémoc</p>	<p>Toluca, Estado de México</p>	<p>Sitio emblemático de la ciudad construido como un espacio de recreación para la población, siendo el primer parque público de Toluca. En la actualidad cuenta con un foro, gimnasios al aire libre y una mayor cantidad de áreas verdes que al inicio de su creación.</p>	<p>-Generar una mejora en la calidad de vida de la población. -Ser un espacio destinado a la realización de actividades físicas. -Crear un balance entre la infraestructura gris y verde de la ciudad.</p>	<p>Imagen Urbana</p>	<p>Local</p>
<p>Programa de Recuperación y creación de Áreas Verdes Urbanas (AVU)</p>	<p>Estado de México</p>	<p>Programa coordinado entre autoridades federales, estatales y municipales que consiste en la renovación y/o rehabilitación de los espacios verdes.</p>	<p>-Recuperar las áreas verdes urbanas mediante un continuo equipamiento y mantenimiento.</p>	<p>Imagen Urbana</p>	<p>Estatal</p>

Fuente: Elaboración propia con base a diversos autores.

La ciudad de Toluca presenta en su territorio desde los inicios de su fundación diversos proyectos de infraestructura verde que al igual que en los casos nacionales tienen una escala local referidos al ámbito de la imagen urbana, de los cuales sobresalen tres proyectos realizados, uno más en construcción y un programa referido al mantenimiento y recuperación de las áreas verdes del Estado de México, que alberga a la ciudad de Toluca.

Es así que el Alameda Central Parque Cuauhtémoc y el Corredor Colón, son antiguos espacios verdes de la capital, sin embargo, Corredor Colón fue inaugurado en 1906 sólo con el fin de renovar la imagen urbana de la ciudad, sin tener en cuenta los servicios ambientales que traerían consigo los árboles colocados de forma lineal. Por otro lado, Alameda Central Parque Cuauhtémoc y el Parque Metropolitano Bicentenario fueron implantados para fomentar los deportes y como áreas de recreación para los ciudadanos.

Igualmente, el Parque de la Ciencia es un proyecto de infraestructura verde de reciente construcción que al igual que la Alameda Central Parque Cuauhtémoc y el Parque Metropolitano Bicentenario permite a los habitantes de la ciudad disfrutar de un espacio de distracción y entretenimiento, sin embargo, en este proyecto además de la recreación se promueve la difusión de la ciencia y la tecnología, principalmente en niños y niñas. Además de ello, se creó con la finalidad de impulsar el turismo y economía por medio del comercios, cafeterías y restaurantes.

El Programa de Recuperación y creación de Áreas Verdes Urbanas no es un proyecto de infraestructura verde como los otros presentados con anterioridad, sino más bien consiste en una herramienta legal a nivel estatal que permite restaurar y dar mantenimiento a las áreas verdes con las que ya cuenta el municipio, pues es gracias a este programa que se logra la recuperación (mantenimiento) de los espacios que cuentan con vegetación.

Es importante mencionar que si bien ya existen algunos casos de infraestructura verde en la ciudad de Toluca, estos aún pueden incrementarse y mejorar sus características, como por ejemplo que se genere esa conectividad entre cada uno de los proyectos de infraestructura verde del área urbana o inclusive que exista esa

coordinación entre los tomadores de decisiones, con lo cual ya no sólo serían casos de infraestructura aislados, sino más bien existiría esa coordinación e interrelación entre los municipios o inclusive entre Estados.

2.3 INSTITUCIONES POLÍTICAS

Tabla 5. Instituciones políticas que fomentan la infraestructura verde.

INSTITUCIÓN POLÍTICA	CARACTERÍSTICAS	AÑO DE CREACIÓN	AMBITO DE GOBIERNO
Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo	Crear vínculos con el ámbito privado, la sociedad civil y los gobiernos locales para garantizar un desarrollo sustentable que disminuya las desigualdades.	2011	FEDERAL
Asociación Mexicana de Institutos Municipales de Planeación	Promover la planeación municipal a través de los IMPLANES logrando el desarrollo sustentable, así como transparencia en la gestión pública mediante el seguimiento del marco jurídico	2003	
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Incorporar políticas ambientales que aseguren la conservación, protección y uso de los recursos naturales que alberga el país para alcanzar el desarrollo sustentable.	2000	
Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano	Implementar y gestionar políticas públicas de ordenamiento territorial que cercioren el desarrollo urbano y rural con viviendas dignas, garantizando una mejora en la calidad de vida de las personas, evitando riesgos por desastres naturales.	2013	
Consejo Nacional de Población	Realizar y evaluar la planeación demográfica incorporando las necesidades de la población en los planes de desarrollo económico y social para que puedan obtener los beneficios de estos.	1974	
Comisión Nacional de Agua	Gestionar el manejo del recurso hídrico de forma sustentable a través de programas y acciones que impulsen su eficiencia y una adecuada prestación del servicio.	1989	

Comisión Estatal de Ecología	Planificar y coordinar cuestiones relacionadas con las políticas estatales referentes a la protección y conservación de los recursos naturales del Estado de México con el fin de lograr la preservación y el equilibrio ecológico de los ecosistemas.	1988	ESTADO DE MÉXICO
Secretaría del Medio Ambiente	Creado con el propósito de democratizar la política ambiental, brindando información ambiental y realizando acciones para la conservación y protección del mismo.	2005	
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra del Estado de México	Impulsar la creación de entidades con regiones y municipios organizados que opten por la planificación sustentable de ciudades a través de las políticas de desarrollo urbano que además aumente su competitividad. Además de promover el ordenamiento territorial, diseño sostenible de centros urbanos y metropolitanos y uso eficiente del suelo.	1981 - 2020	
Secretaría de Movilidad del Estado de México	Implementar y gestionar políticas, programas, proyectos e investigaciones orientadas al desarrollo de los sistemas de movilidad, así como garantizar el derecho de los ciudadanos a la movilidad a través de políticas gubernamentales.	2014	
Observatorio de del Estado de México	Impulsar políticas públicas que consideren el análisis y comprensión del entorno, así como la participación ciudadana para el cumplimiento de las agendas internacionales.	2007	
H. Ayuntamiento de Toluca	Implementar acciones y programas que atiendan los asuntos correspondientes al municipio y generar el Bando Municipal con el mismo propósito.	2012- 2015 2016- 2018 2019- 2021	MUNICIPIO DE TOLUCA
Dirección General de Medio Ambiente	Implementar y ejecutar acciones y políticas públicas encaminadas a la protección ambiental y desarrollo sustentable. Así como promover y propagar la cultura ambiental en la población de Toluca.	2012- 2015 2016- 2018 2019- 2021	



Fuente: Elaboración propia con base a diversos autores.

Como lo establece Rivero & Aguilar (2009), las instituciones políticas representan una herramienta importante para la población, pues es a través de ellas que se ejercen roles, funciones y acciones que determinan las condiciones del entorno en que se desarrolla la vida de una sociedad. Es así que según lo descrito por García (2005), dichas instituciones fungen como representantes del Estado con el propósito de atender las demandas o necesidades de la sociedad civil y a su vez impedir posibles conflictos de distinta índole.

A lo largo de los años, en México se han creado múltiples instituciones políticas, que según lo que establece Nacif (2007), se caracterizan por ser instrumentos poderosos, elaborados con el fin de dar solución a diversas problemáticas sociales. Entre estas instituciones destacan aquellas enfocadas en la protección y conservación de los recursos naturales y, por otro lado, otras más que promueven el desarrollo sustentable y planificado de las áreas urbanas del país.

Sin embargo, a pesar de la existencia de dichas instituciones federales encargadas de los asuntos ambientales y urbanos, es notorio que en ellas prevalecen algunas fallas que impiden su completa efectividad ante la solución de conflictos ambientales, lo que hace ineludible evaluar el desempeño de las mismas para su mejora e inclusive revisar el papel que juegan estas ante las acciones de mitigación o adaptación para con el cambio climático, como lo es la implementación y diseño de infraestructura verde en las ciudades.

Es así que se encuentran algunas deficiencias en los organismos públicos mexicanos, como lo es la fragmentación que impide su correcto funcionamiento debido a la existencia de un gran conjunto de organismos, políticas públicas y

niveles de gobierno que no colaboran entre sí debido a su incompatibilidad. Igualmente, dichas instituciones gubernamentales no tienen establecido de manera clara y precisa las metas a alcanzar, lo cual dificulta emplear indicadores que permitan medir el avance, la eficiencia y la efectividad de sus acciones, procesos y estructuras, provocando como resultado el impedimento del logro de sus objetivos, por lo cual es preciso llevar a cabo mejoras en las instituciones mediante y con el involucramiento de la sociedad civil en los asuntos públicos (Méndez, 2016).

Otro ejemplo de las fallas presentes en los organismos públicos es lo describe Rivero & Aguilar (2009), quien considera que en las zonas urbanas del país las instituciones gubernamentales no afrontan del todo los retos que en ellas se presentan, como lo es la expansión urbana, esto debido principalmente a la dispersión existente en la coordinación y articulación sobre las acciones referentes a cuestiones metropolitanas así como a la falta de restricciones en la conducta y acciones sociales en las políticas públicas, pues no se presentan en ellas cuáles son las responsabilidades que le corresponde a cada individuo, dando como resultado la falta de un entorno idóneo donde la población pueda desarrollarse.

Es por ello que Klimek (2015), considera de vital importancia que los organismos gubernamentales se identifiquen por ser federalistas y descentralizados, en los cuales sea visible la coordinación de políticas con las demás instituciones de nivel estatal y municipal que regulen y gestionen las cuestiones ambientales y urbanas de manera conjunta para cumplir con los objetivos globales y nacionales planteados por las instituciones involucradas, que al llevarse a cabo favorecería la implementación de infraestructura verde a una escala no sólo local, sino también estatal e inclusive nacional ya que generaría una red coordinada de actores con un mismo objetivo en común, el cumplimiento de diversas políticas dedicadas a contrarrestar los efectos que ocasiona el fenómeno del cambio climático, así como proporcionar entornos seguros para la población basándose en el desarrollo sustentable de las ciudades.

Aunado a ello, otro factor que influye de manera directa e indirectamente en la dirección del desempeño y en la reestructuración las instituciones gubernamentales

para mejoras de las mismas son los partidos políticos que representan o en su momento fungieron como representantes del país, estado o municipio.

Tal es el caso de Toluca que durante las últimas tres elecciones ha sido gobernado por dos diferentes partidos políticos, como fue el Partido Revolucionario Institucional (PRI); de 2012-2015 y 2016-2018, enfocando así los objetivos ambientales del H. Ayuntamiento a implementar estrategias de mitigación y adaptación ante el cambio climático, movilidad sustentable que impulsara el uso de ciclo vías dentro de la ciudad, estrategias de educación ambiental e inclusive propuestas para lograr una coordinación interinstitucional para combatir la contaminación atmosférica.

Posteriormente, desde principios de 2019 hasta el 2022, el municipio de Toluca ha sido presidido por el partido político Morena que de igual manera ha realizado acciones para combatir el cambio climático, esto a través de la colocación de bonos de carbono en la Bolsa Mexicana de Valores para impulsar el pago por servicios ambientales de las áreas boscosas ubicadas en las periferias del municipio, asimismo, se ha optado por la creación de infraestructura verde en la zona urbana de Toluca, como lo es el caso del “Parque de la Ciencia”, localizado en el centro de la ciudad.

Incluso se han llevado a cabo reforestaciones en la ciudad de Toluca y en otras áreas verdes del municipio como lo es el Parque Estatal Sierra Morelos. Pues según lo menciona Niño *et al.* (2011), dicha Área Natural Protegida se ha visto amenazada debido al crecimiento urbano y por actividades antropogénicas tales como la ganadería y agricultura realizadas por parte de los residentes del lugar. La cual requiere ser preservada debido a que representa una fuente de oxígeno de gran importancia para la ciudad, así como un espacio de belleza escénica que además impulsa la investigación y educación ambiental.

Es así que a pesar de ser las instituciones de los tres órdenes de gobierno actores clave para el desarrollo de ciudades sustentables, al tratarse de infraestructura verde es preciso la colaboración de muchas otras organizaciones como las no gubernamentales, políticas públicas y la participación de la sociedad civil para formular proyectos de dicha índole que sean eficientes y efectivos.

2.4 FOMENTO A LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Tabla 6. Instituciones no gubernamentales y movimientos sociales que fomentan la infraestructura verde

INSTITUCIÓN NO GUBERNAMENTAL O MOVIMIENTO SOCIAL	TIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES	AÑO DE CREACIÓN	AMBITO DE GOBIERNO
World Resources Institute México	OTG	Asegurar la sustentabilidad a la vez de generar mejoras en la calidad de vida de la población que habita en ciudades y motivar la transición hacia una economía baja en carbono que proteja la biodiversidad y los ecosistemas.	2016	FEDERAL
Greenpeace	ONG	Inspirar a la ciudadanía a la búsqueda de soluciones mediante la difusión de información y concientización, denunciar los delitos ambientales mediante el activismo e incidir en las políticas públicas.	1993	
International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI)	RG	Influir en políticas públicas de sustentabilidad sobre el territorio, así mismo fomenta e impulsa las acciones locales para que el desarrollo de las comunidades sea de forma equitativa, justa y resiliente que puedan adaptarse al cambio climático.	1990	
Centro Mario Molina	A.C.	Hallar soluciones a conflictos ambientales tales como protección de los ecosistemas, cambio climático y uso de energía con el fin de impulsar el desarrollo sustentable	2004	
Asociación de ecologistas amigos del árbol	A. C.	Plantación de árboles de gran porte en bordes de caminos pedestres públicos con el fin de conectar municipios con municipios.	2014	ESTADO DE MÉXICO

Fundación de parques lúdicos arqueológicos naturales y ecoturísticos asociados planeta	A. C.	Impulsar el modelo de desarrollo comunitario que permite contribuir en el combate a la pobreza y la protección del medio ambiente, con un enfoque basado en el aprovechamiento sustentable.	2012	
Fundación Tláloc	A. C.	Crear una ciudadanía ambiental de tipo sustentable, que se caracterice por ser justo en los aspectos social, ambiental y económico.	2001	MUNICIPIO DE TOLUCA
Generación Respuesta	A. C.	Concientización, por medio de conferencias impartidas por jóvenes, jornadas de reforestación, actividades culturales, talleres de desarrollo económico sustentable.	2013	
Terapia Urbana	ONG	Motivar la participación social en la transformación de las ciudades para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.	2018	

Fuente: Elaboración propia con base a diversos autores.

Según lo descrito por Moreno (2014), los movimientos sociales se consideran como una forma de acción colectiva, la cual se caracteriza por ser la suma de esfuerzos generados por un grupo de personas que poseen intereses sociales en común. Esta coordinación social reside con el propósito de generar cambios factibles en la situación de los problemas que enfrentan las sociedades. Siendo los primeros movimientos sociales de gran importancia en México aquellos fundados entre los años de 1970 y 1990.

Como lo dictamina Bizberg & Zapata (2015), estos son creados como respuesta ante la democracia mexicana basada en la partidocracia, donde los partidos

políticos no sólo minimizaban las necesidades de las comunidades, sino también ignoraban los conflictos sociales que se presentaban en ellas.

De igual manera, tal como lo afirma Ramírez & Meixueiro (2019), los movimientos sociales en México han sido formados con el fin de liderar una nueva disputa que pretende crear un entorno de desarrollo para la vida humana donde exista una sociedad justa y participativa.

Comenzando así, según las palabras de Torres (2018), a través de los movimientos sociales el inicio de una lucha por establecer un sistema político que fuera verdaderamente democrático, donde se tomara en cuenta la participación de la comunidad en general y no se presenciara únicamente un país regido por una democracia simulada.

Fue así, según lo que relata Moreno (2014), que de estos grupos coordinados se desprendieron muchos más tipos de movimientos sociales clasificados según sus metas y objetivos, entre los que destacan aquellos referentes a las cuestiones ambientales.

Así mismo, tal como lo menciona Bizberg & Zapata (2010), fue en México por los años 90s cuando se dio inicio a la creación de organizaciones de la sociedad civil, las cuales tenían inquietud en las problemáticas ambientales y la intención de incluir el enfoque del desarrollo sustentable en sus objetivos y acciones.

Las organizaciones de sociedad civil o no gubernamentales pretenden generar un entorno de bienestar para la población a través de su intervención en la agenda pública, pues son estas organizaciones quienes establecieron en dicha agenda, incluso antes que el Estado social, algunas políticas públicas para hacer hincapié en las problemáticas socio ambientales que aquejaban a las comunidades (Mochi & Girardo, 2012).

De acuerdo con Chávez & González (2018), aunque para el financiamiento de sus actividades las organizaciones de la sociedad civil obtienen ingresos de forma autogenerada, a través de la venta de productos relacionados al objeto social, o bien de manera externa por donaciones privadas, recursos públicos e inclusive

recursos humanos, el porcentaje del nivel de ingresos para este tipo de organizaciones en México es menor que los que se obtienen otros países. Lo que podría significar una limitante para la conformación, continuidad y el éxito de las organizaciones existentes en el país.

Incluso Mochi & Girardo (2012), considera que, tanto para lograr la continuidad de una organización de la sociedad civil, así como el éxito de la misma, es necesario caracterizarse por la transparencia y la rendición de cuentas, de tal forma que puedan justificar las acciones que realizan a los actores de los cuales reciben apoyo, a los ciudadanos en general y demás instituciones.

Si bien la implementación de infraestructura verde en las ciudades es un tema que le corresponde en gran parte al gobierno del Estado, son los movimientos sociales, organizaciones de la sociedad civil, así como muchos otros grupos sociales coordinados, que gracias a su labor visibilizan la falta de espacios naturales y recreativos en las áreas urbanas y buscan, desde lo local, acciones que ayuden a combatir dicha escases, con lo cual también ejercen presión a los tomadores de decisiones para que intervengan en la solución de los conflictos urbanos.

2.5 MARCO NORMATIVO BASE DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

2.5.1 Normatividad aplicable

Tabla 7. Leyes aplicables a la infraestructura verde

LEYES	CARACTERÍSTICAS	AÑO DE CREACIÓN	AMBITO DE GOBIERNO
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Garantizar el desarrollo y bienestar de la población a través de un medio ambiente sano.	1917	FEDERAL
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Hacer uso sustentable de los recursos naturales de manera que generen beneficios económicos preservando los ecosistemas; de igual forma promover la participación ciudadana en la prevención y protección del ambiente.	1988	
Ley General de Cambio Climático	Realizar acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático con el fin de asegurar el derecho a un ambiente sano y disminuir la vulnerabilidad de las poblaciones y ecosistemas del país.	2012	
Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano	Hacer valer el derecho de cada persona de habitar ciudades sustentables, resilientes, justas y equitativas, así como llevar a cabo el ordenamiento del uso del territorio mediante normas y herramientas de gestión.	2016	
Ley de Planeación	Coordinar las actividades del proceso de planeación a nivel nacional a través de la elaboración de Planes y Programas, consultando para ello a la sociedad.	1983	
Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México	Generar lineamientos que garanticen el aprovechamiento de los recursos naturales de forma sustentable y su conservación para las futuras generaciones, además de crear un ambiente equilibrado en el cual el ser humano pueda desarrollarse sana y equilibradamente.	1997	ESTADO DE MÉXICO



Ley de Cambio Climático del Estado de México	Fomentar medidas y acciones que permitan la disminución de la vulnerabilidad a la que se enfrenta la población y ecosistemas debido a los efectos del cambio climático, al mismo tiempo promover prácticas de mitigación ante dichos efectos.	2013	
Ley de Planeación del Estado de México y Municipios.	Establecer normas que permitan el desarrollo del Estado de México y sus municipios mediante la participación democrática y la coordinación de acciones de planeación.	2001	
Bando Municipal	Regular el ámbito social, político y administrativo del municipio para determinar los derechos y obligaciones correspondientes según lo establecido en la Ley.	2020	MUNICIPIO DE TOLUCA

Fuente: Elaboración propia con base a diversos autores.

Tal como lo establece Prado (2005), la legislación es una herramienta para garantizar la seguridad de las personas y el entorno en el que se desarrollan, misma que se van elaborando según las necesidades que afronte el país, el estilo de vida de sus habitantes, las actividades que realizan, el contexto e incluso la cultura. Más en cuanto a la legislación de tipo ambiental es descrita por Moreno & Chaparro (2008), como aquel conjunto de normas que regulan el manejo de los sistemas naturales considerando las distintas interacciones existentes entre sus componentes para lograr su protección.

Es así como López & Ferro (2006), establecen que el sistema jurídico de México, en cuanto a la cuestión ambiental, cuenta con diversas leyes sectoriales creadas con el fin de regular el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, ya sea por medio de leyes determinadas hacia un recurso en específico o de manera más amplia, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En palabras de Quintana (2015), es a través de la legislación ambiental establecida desde el siglo XX que el país mexicano pretende dar respuesta a los conflictos referentes a la gestión de los recursos naturales, además de efectuar la conservación y protección del ambiente. Impulsando así desde la política el fortalecimiento de las instituciones y leyes ambientales para la construcción del desarrollo sustentable.

Por lo tanto, se determina la existencia de ciertas transformaciones en el proceso de creación de las políticas ambientales de México a través de los últimos años. En la primera etapa, la legislación prioriza una mejora en las condiciones sanitarias, a manera de promover un entorno saludable para el desarrollo de población. Después de ello la política ambiental consigue un enfoque integral a través del cual pretende lograr la preservación y la restauración del equilibrio ecológico, hasta que finalmente la legislación ambiental adquiere la sustentabilidad como un principio en el desarrollo social y del territorio, basándose en una visión integral que toma en consideración los múltiples objetivos del aspecto social, económica y ambiental (Pérez, 2010).

Sin embargo, debido a que cada una de las leyes socioambientales fue elaborada bajo un tiempo histórico y modelo de desarrollo diferente, no se crearon vínculos entre ellas que permitiera el trabajo en conjunto para el logro de los objetivos comunes, como lo es la conservación del entorno natural (López & Ferro, 2006).

Pues, según Aguilar & Rivero (2009), la política ambiental adolece de una visión transversal para la toma de decisiones ante los problemas ambientales que enfrentan las sociedades en la actualidad, tal como los efectos que está provocando la crisis climática.

Durante el sexenio (2007-2012) del expresidente Felipe Calderón Hinojosa se dio inicio a la política para combatir el cambio climático. Pues tal como lo menciona Rueda *et al.* (2017), en consonancia con esta posición, el gobierno mexicano desarrolló algunos instrumentos que dieron pie a la creación de un marco institucional sobre dicha materia, tal como lo fue la promulgación de la Ley General del Cambio Climático en el año 2012.

Posterior a ello, durante la administración (2013-2018) a cargo de Enrique Peña Nieto se dio seguimiento a lo determinado en las normas legales y acuerdos internacionales, elaborando instrumentos como la Estrategia Nacional del Cambio Climático (ENCC) con el fin de determinar las acciones necesarias para contrarrestar los efectos del cambio climático.

Por su parte, el actual Presidente de México Andrés Manuel López Obrador establece en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 algunos programas socioambientales como lo es “Sembrando Vida”, en el cual se pretende impulsar el desarrollo de las comunidades rurales a través de la producción de árboles frutícolas y maderables, con lo cual se espera dar solución, no sólo a los problemas sociales como la pobreza, sino también a los ambientales como lo es la crisis climática.

Dicho lo anterior, se puede notar que, si bien cada gobierno implementa diversas estrategias legislativas para la lucha contra el cambio climático, debido a los cambios de gobierno y partidos en el poder se presenta una ruptura de proyectos e

intenciones que impide incentivar estrategias de adaptación como lo es la implementación de infraestructura verde.

Por ello, Rueda *et al.* (2017) considera que, si bien existen esfuerzos del gobierno para abordar los efectos del cambio climático a través de la política ambiental, la relevancia de dicha legislación para con la crisis climática aún se encuentra rezagada en la agenda política. Pues, aun contando con leyes plasmadas en papel y expuestas en discursos políticos, las acciones tomadas por el gobierno y distintas dependencias involucradas en el tema, son contrarias a lo que se pretende lograr para combatir la crisis climática.

Es preciso considerar que, si bien son necesarias las políticas de cambio climático como una instrumento para justificar la implementación de infraestructura verde en las ciudades, debido a que constituyen una estrategia de mitigación y adaptación ante el fenómeno climático, también lo son aquellas políticas enfocadas al desarrollo urbano, siendo la transformación de las ciudades uno de los factores clave para alcanzar la adaptabilidad al cambio climático, así como un desarrollo sustentable en el mismo territorio.

Fue en años anteriores que los problemas urbanos derivados del crecimiento territorial y poblacional obligaron a considerar de nueva cuenta la intervención del Estado en el desarrollo urbano, destacando la necesidad de rediseñar la estructura legal para la regulación y planificación de los asentamientos urbanos. Proceso con el cual se logró la formulación de la Ley General de Asentamientos Humanos en el año de 1976. Sin embargo, aunque dicha ley fue el inicio del desarrollo de la legislación urbana, la cual han permitido avances notorios en la ordenación del territorio, factores como el anti urbanismo restringe el alcance de las leyes ambientales en las zonas urbanas, impidiendo el logro de la sustentabilidad en las ciudades (Pérez, 2010).

Como lo plantea Lezama & Domínguez (2006), es debido a la visión fragmentada con la cual se han elaborado las políticas urbanas lo que no ha impedido la construcción de ciudades sustentables que se caractericen por poseer espacios verdes, públicos, culturales y recreativos adecuados para la población.

2.5.2 Instrumentación legal

Tabla 8. Instrumentos aplicables a la infraestructura verde

INSTRUMENTO	OBJETIVO	AÑO DE CREACIÓN	AMBITO DE GOBIERNO
Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial	Fomentar las acciones de mitigación y adaptación mediante el ordenamiento del territorio para la disminución de riesgos e impulsar la coordinación entre el gobierno, el sector público y privado con el fin de fomentar la equidad entre los diferentes grupos de personas logrando el bienestar de la población.	2020-2024	FEDERAL
Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Fortificar las acciones por el clima mediante la investigación científica, la tecnología y los conocimientos tradicionales para crear comunidades resiliente.	2020-2024	
Programa Especial de Cambio Climático	Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante la disminución de emisiones y el fortalecimiento del sector público, privado y social para lograr el bienestar social.	2020-2024	
Programa Institucional del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático	Ampliar el conocimiento referente al cambio climático, protección ambiental y ecología del país para dar seguimiento y cumplimiento a los compromisos internacionales.	2020-2024	
Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano	Crear un sistema territorial sostenible, incluyente y ordenados enfocado en los derechos humanos, promoviendo el establecimiento de espacios seguros y equitativos para el desarrollo de la vida de la población.	2020-2024	
Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México	Establecer soluciones ante las problemáticas que se presentan en las zonas urbanas referentes a la movilidad, espacio público, suelo, vivienda, agua y saneamiento, así como los riegos naturales que enfrentan.	2018	ESTADO DE MÉXICO

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México	Implementar estrategias y lineamientos que permitan llevar a cabo la planeación considerando el crecimiento económico y social así como la conservación de los ecosistemas y recursos naturales.	2019	
Plan de Desarrollo del Estado de México	Llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sustentable establecidos en la Agenda 2030, considerando para ello los aspectos social, económico y ambiental.	2017-2023	
Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de México	Generar un instrumento de planeación que impulse políticas públicas para la mitigación y adaptación ante el cambio climático, así como acciones que disminuyan los riesgos sociales, ambientales y económicos ocasionados por dicho fenómeno climático.	2016	
Plan de Acción Climática Municipal de Toluca	Desarrollar la capacidad de adaptación en los diversos sectores ante los factores provocados por el cambio climático que son detectados en el municipio como amenazas.	2013-2015	MUNICIPIO DE TOLUCA
Programa para el Desarrollo Ambiental Toluca 2030	Poseer un marco de actuación para el desarrollo de programas, planes y acciones que aseguren la conservación del ambiente y su biodiversidad.	2017	
Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca	Fomentar mediante la política urbana el desarrollo del territorio ordenado impulsando la sustentabilidad y la conservación de la biodiversidad, al mismo tiempo que se logre la disminución de los riesgos y vulnerabilidad en los asentamientos humanos.	2018-2021	
Plan de Infraestructura Verde de Toluca	Implementar infraestructura que favorezcan los procesos ecológicos y servicios ambientales dentro de la ciudad para beneficiar la regulación climática y prevenir inundaciones.	2019	

Fuente: Elaboración propia con base a diversos autores.

Según lo que declara Guevara (2005), en México como en muchos otros países del mundo, es debido a las demandas y exigencias de la ciudadanía ante las cada vez más visibles problemáticas ambientales que se ha creado desde el siglo XX la política ambiental, la cual, como se menciona anteriormente, tiene el propósito de crear un balance que permita la preservación del entorno natural, al mismo tiempo de generar el progreso de otros factores sociales, tal como lo es el crecimiento económico.

Aunque fue gracias a las políticas públicas que se han elaborado diversas leyes referentes a la regulación del territorio urbano y la conservación del ambiente, son los planes y programas los instrumentos que complementan a estas, ya que si bien en las leyes se plantean las reglas que diversos actores deben seguir, son en los planes y programas en donde se determinan las acciones y/o estrategias a realizar para el logro de objetivos específicos según el propósito de cada instrumento, ya sea a nivel nacional, estatal o municipal.

A pesar de que México ya cuenta con una serie de planes y programas a distintas escalas, elaborados por diversos organismos y enfocados en la resolución de problemas ambientales, tal como lo es la crisis climática, así como cuestiones de ordenamiento del territorio, gestión urbana y planificación de ciudades pensado en la localización y disminución de factores de riesgos latentes para con la población, es notorio que se presentan en ellos diversos obstáculos que disminuyen la eficacia en el logro de sus objetivos.

La falta de recursos económicos es uno de los obstáculos que los distintos organismos presentan, lo que ha impedido en algunos Estados y municipios la realización o renovación de planes y programas. Asimismo, otro hecho común que representa un impedimento para el cumplimiento de los objetivos establecidos en estos es que, al terminarse el periodo de un gobierno, principalmente al presentarse un cambio de partido político, se deja de dar continuidad a las acciones y estrategias establecidas en los programas, lo que significa la pérdida de los avances y/o logros que ya se habían obtenido con el gobierno anterior.

Además, no existe la coordinación entre los diversos organismos encargados de elaborar y dar seguimiento a los planes y programas tanto ambientales como urbanos, lo que impide el trabajo en conjunto para el logro de objetivos comunes, así como la implementación de gobernanza en dichos instrumentos, limitando el alcance de los mismos e impidiendo la existencia de relaciones entre los organismos del país a diversas escalas.

En cuanto al tema de infraestructura verde en el país, si bien se cuenta con programas de mantenimiento y recuperación de espacios verdes en las áreas urbanas como lo son parques y jardines, son escasos los municipios que cuentan con planes que contemplen la implementación y diseño a seguir de dicho tipo de infraestructura, sin mencionar que son relativamente recientes los pocos que existen.

Tal es el caso de la ciudad de Toluca, lugar donde la implementación de una mayor cantidad de áreas verdes ha sido de interés político, considerándolo una estrategia de solución ante las problemáticas ambientales que aquejan al área urbana, como lo son las inundaciones y las islas de calor.

2.6 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2

Esquema 3. Políticas públicas en la implementación de infraestructura verde.



Fuente: Elaboración propia.

Tal como lo considera Valdes & Foulkes (2016), los espacios verdes en las áreas urbanas proporcionan diversas ventajas ambientales, por ejemplo, la conservación y preservación de la biodiversidad, e inclusive algunos otros beneficios de tipo social, entre los que destacan una mejora en la calidad de vida tanto física como mental de las personas al generar una conexión humano-naturaleza dentro de las ciudades.

Es la implementación de infraestructura verde en las zonas urbanas que gracias a su enfoque integral aplicado a diversas escalas (internacional, nacional y local) se logra una conectividad entre la población y el medio natural, convirtiéndose así en una estrategia de adaptación ante el cambio climático, pero también concibiendo mayores beneficios, tales como la creación de hábitats y desplazamiento de la biodiversidad, mayor flujo de movilidad, reducción de contaminantes en aire y agua, entre muchos otros. (Valdes & Foulkes, 2016).

Es por ello que, en algunas de las ciudades alrededor del mundo han optado por implementar distintas técnicas y diseños de infraestructura verde diseñadas según su entorno, necesidades y objetivos, con el fin de crear redes verdes interconectadas que proporcionen servicios ecosistémicos.

En el caso de México, Quiroz (2018) señala que, es indispensable considerar la crisis climática en el diseño y la infraestructura de las ciudades, así como generar y dar continuidad a los instrumentos referentes al ordenamiento del territorio y desarrollo sustentable, que permitan generar comunidades resilientes y seguras ante las modificaciones que traerá consigo los efectos del cambio climático en el entorno.

Considerando para ello, aplicar técnicas de infraestructura verde en distintas ciudades como una estrategia de adaptación y mitigación a dicho fenómeno, debido a las contribuciones que dicha infraestructura trae consigo, tales como el secuestro de carbono, la disminución de islas de calor y la prevención de inundaciones, por mencionar algunos.

Si bien México cuenta con varios ordenamientos jurídicos a nivel nacional, estatal y municipal, a través de los cuales se pretende promover el desarrollo urbano sustentable e introducir la implementación de infraestructura verde en las ciudades, son contados los proyectos referentes a la creación multipropósito de redes de infraestructura verde en las áreas urbanas, siendo estos únicamente a escala local.

Sin embargo, para la creación de estos proyectos urbanos, tanto los movimientos sociales como las diversas instituciones han sido actores clave para la aplicación de infraestructura verde en las ciudades, puesto que son los primeros aquellos que comúnmente visibilizan las problemáticas y necesidades de la población ante los tomadores de decisiones, mientras que las instituciones pretenden dar solución a la problemática a través de planes y programas que permitan la creación de ciudades sustentables.

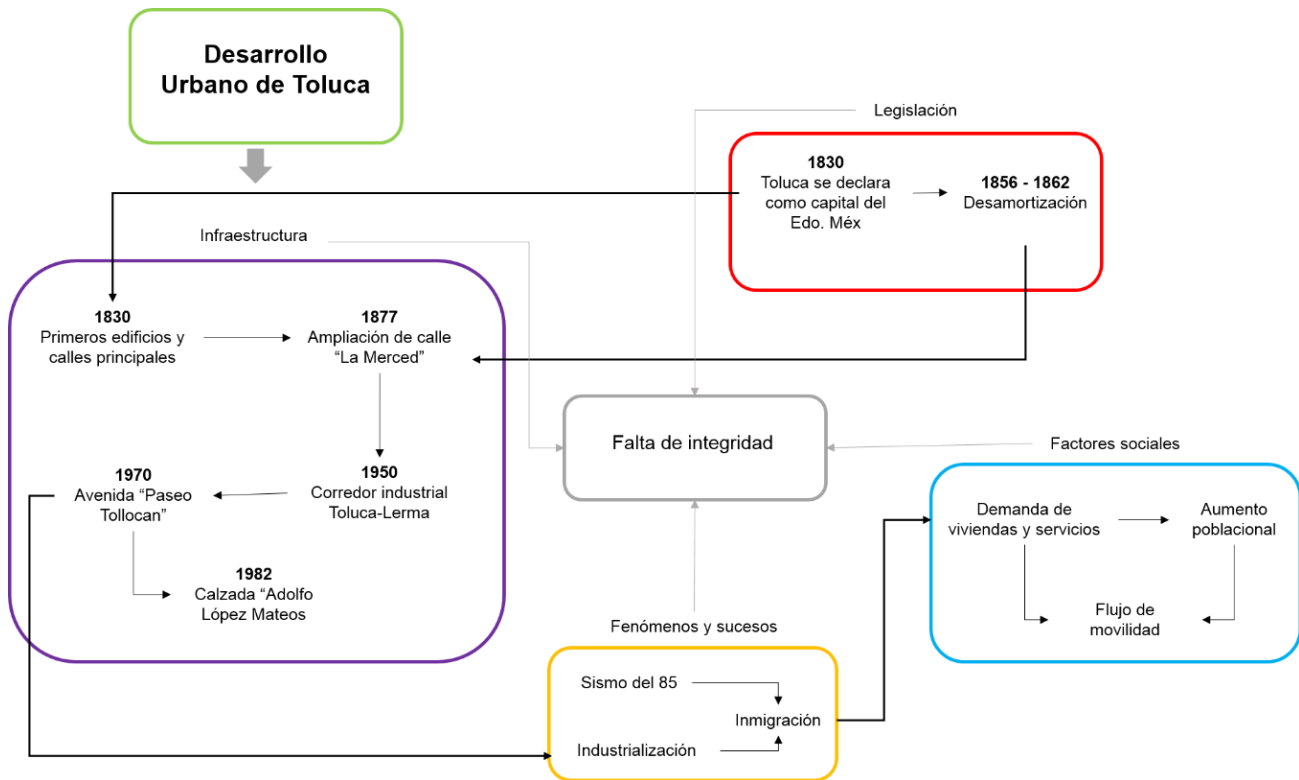
En el caso de la ciudad de Toluca, aún no se presentan redes planificadas de infraestructura verde, más como lo declara Hernández *et al.* (2018), cuenta con distintos tipos de áreas verdes como lo son parques urbanos y lineales, áreas verdes privadas e inclusive un Área Natural Protegidas, con el potencial de conectividad entre sí para la creación de una red de vegetación urbana.

Tal como se ha mencionado con anterioridad, la infraestructura verde hace referencia a aquellos espacios dentro de las zonas urbanas, los cuales se caracterizan por formar sistemas naturales o semi naturales que proporcionan beneficios tanto al sector social como al ambiental.

Si bien la zona urbana de Toluca posee algunas áreas destinadas a la vegetación, como lo son parques, jardines, corredores, entre otros, no existe una conexión entre estos que permita ampliar los beneficios de la infraestructura verde con la que ya se cuenta. Es por ello que en este apartado se pretende analizar mediante herramientas cartográficas el espacio que estas áreas ocupan en el territorio del municipio y su relación con la temperatura del área urbana.

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE TOLUCA

Esquema 3. Factores influyentes en el desarrollo urbano de Toluca



Fuente: Elaboración propia.

Según lo establecido por Sánchez *et al.* (2015), el crecimiento urbano de México carece de un enfoque sustentable, pues la expansión de las ciudades se ha realizado de manera desordenada, fomentando la discontinuidad en el territorio y el alza de poblaciones aisladas, que en su mayoría son comunidades de bajos recursos desprovistas de infraestructura y servicios. Sin embargo, este modelo de crecimiento urbano ha propiciado cambios notorios en el uso de suelo, generando la reducción de áreas agrícolas y forestales, así como la pérdida de servicios ambientales, lo cual visibiliza el problema en la falta de herramientas para la planificación de las ciudades en el país.

Tal es el caso de la ciudad de Toluca, en la cual se ha observado el acelerado desarrollo urbano que ha tenido en los últimos años. Pues, como lo alude García & Gutiérrez (2014), fue en 1817 cuando Toluca aún se caracterizaba por poseer espacios cubiertos de vegetación y zonas de cultivo, de las cuales dependía en gran parte la economía del territorio.

Sin embargo, en el año de 1830, al declararse Toluca como capital del Estado de México, fue cuando se presentaron los primeros cambios y la modernización de la estructura urbana a través de la mejora de las calles principales y la creación de más edificios en el centro del área urbana.

Si bien la iglesia jugó un papel importante en la conformación de las ciudades, fue a través de la desamortización, reforma en la cual la iglesia liberaba los bienes a la población, que entre los años de 1856 y 1862, el territorio de Toluca atravesó por diversos cambios tanto de estructura como en su traza urbana. Más, en 1877 la ciudad presencié el comienzo de la expansión urbana como causa de la expansión de la calle “La Merced”, conocida hoy en día como “Morelos”, generando así un crecimiento significativo del área urbana debido al aumento en el número de manzanas, lo cual hizo que la ciudad se expandiera hacia el poniente, norte y sur, haciendo cada vez más notoria la disminución de las áreas destinadas al cultivo, causando la baja en las actividades primarias. (García & Gutiérrez, 2014)

Posteriormente, según lo que determina Mendoza (2017), en el año de 1950 se inició la construcción del corredor industrial Toluca-Lerma, lo cual significó la localización en dicho territorio de diversas fábricas, obteniendo un éxito relativo pues si bien la economía se vio favorecida, no fue posible cubrir la demanda, emergente de la industrialización, de viviendas e infraestructuras para cubrir las necesidades de la sociedad.

La construcción de Paseo Tollocan fue otro factor que influyó en la estructura y crecimiento de la ciudad, pues como lo describe Camacho et al. (2010), esta avenida sobre la carretera México-Toluca fue construida en 1970, siendo considerada como un proyecto vial-urbanístico que pretendía una mejora en el tránsito vehicular, así como la implementación de amplios jardines para beneficiar

la imagen urbana, que aunque al principio dio solución a las problemáticas de movilidad presentes en ese entonces en la zona, con el paso del tiempo se volvió ineficiente.

Más tarde, en el año de 1982, según lo menciona (Flores, 2007 como se citó en Olvera, 2015), se llevó a cabo la construcción de la Calzada Adolfo López Mateos, con el fin de descongestionar algunas de las avenidas más concurridas de Toluca, como lo era Paseo Tollocan, e incitar la metropolización a través de la continuidad entre los municipios aledaños a la ciudad.

Teniendo en cuenta a Pérez (2013), otro fenómeno que marcó el desarrollo del área urbana fue el sismo ocurrido el 19 de septiembre de 1985, pues desencadenó la migración de residentes provenientes de lo que ahora se conoce como Ciudad de México a el Valle de Toluca, debido a la cercanía y accesibilidad con la misma, forzando a la ciudad de Toluca a construir más áreas habitacionales y fraccionamientos para poder adecuarse al aumento de población, a la vez que buscaba afrontar las actividades que este fenómeno ocasionó, como lo fue el incremento de delincuencia y la informalidad comercial en la ciudad.

Por lo tanto, es debido a los factores mencionados con anterioridad que, en la actualidad la ciudad de Toluca, como lo establece Sánchez *et al.* (2015), es considerada el centro económico del territorio, principalmente por la gran cantidad de población que alberga, así como las funciones políticas y administrativas desarrolladas en ella.

No obstante, este modelo de crecimiento urbano ha enfatizado el desarrollo y la expansión de ciudades de manera desmedida contrario a lo que se desean con los instrumentos de planeación territorial.

Pues tal como lo menciona Venancio (2016), el proceso de la urbanización fomenta la destrucción de los recursos naturales, siendo complicado implementar acciones para conservar y restaurar el entorno ante la falta de coordinación entre los actores involucrados, principalmente aquellos encargados de la toma de decisiones.

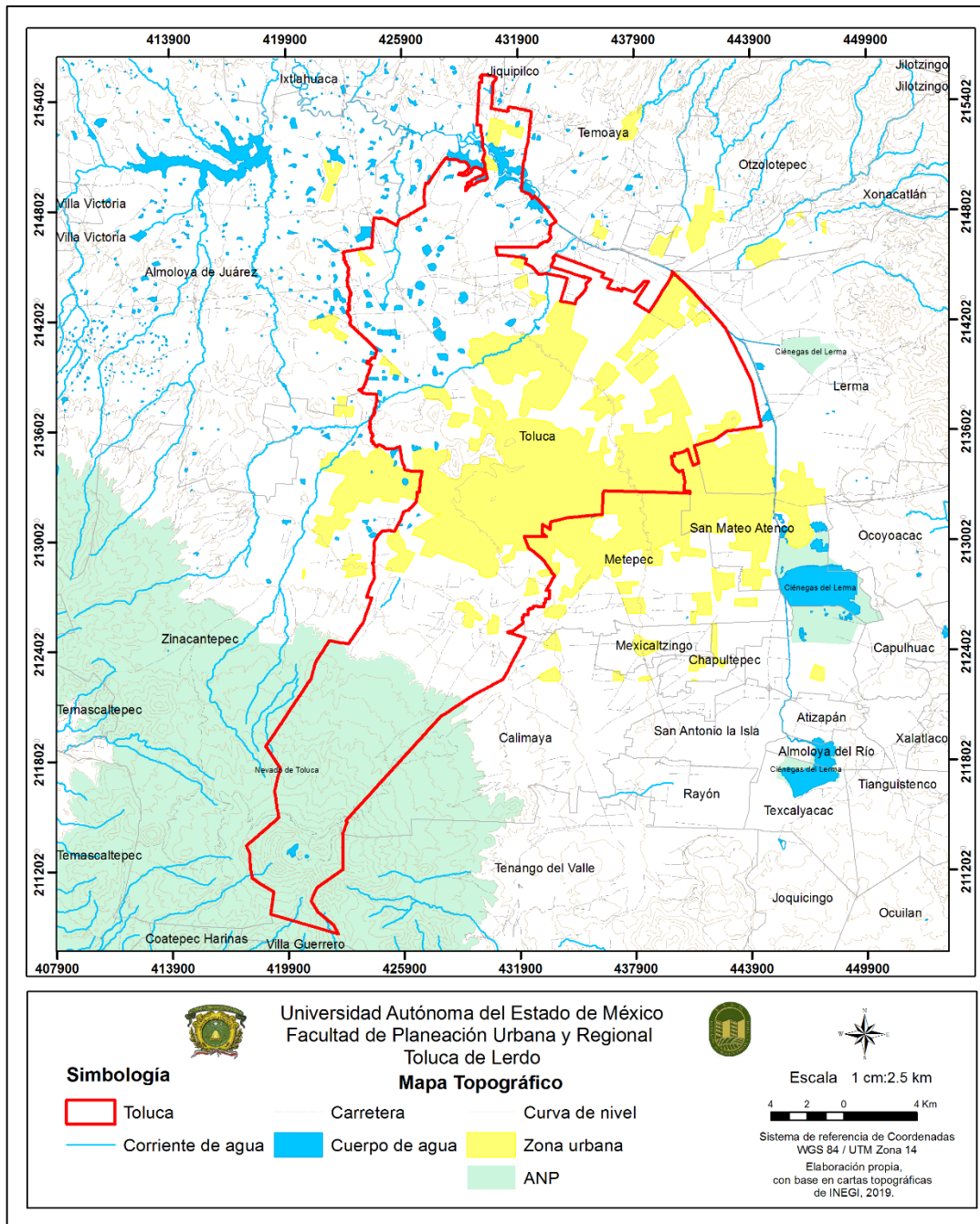
Es así que en el caso de la ciudad de Toluca el desarrollo urbano ha priorizado la obtención de beneficios económicos, considerando en menor medida el factor social y ambiental, lo que ha traído consigo una serie de problemáticas en estos sectores, pues dicho en otras palabras, el crecimiento de la ciudad de Toluca ha sido pensado para el desarrollo de actividades económicas, dejando a un lado la implementación de infraestructura destinada a el disfrute y desarrollo poblacional.

Haciéndose notorio la falta de iniciativas hacia proyectos referentes a la infraestructura verde para el desarrollo urbano, así como la descoordinación entre otros municipios ante la planificación de ciudades en la que se considere la implementación de redes de áreas verdes para la obtención de servicios ecosistémicos. De igual manera, se presenta una escasez de políticas públicas que permita evaluar el desempeño y avances de dichos proyectos pensando en el ámbito urbano, pero también en el económico, social y ambiental, para obtener así un amplio panorama del entorno que permita lograr la sustentabilidad y con ello la mitigación y adaptación ante el cambio climático.

3.2 DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

3.2.1 Topografía

Mapa 1. Topografía de Toluca de Lerdo, Estado de México.



El municipio de Toluca, ubicado en la zona centro del Estado de México, tiene una superficie total de 42,681.1 hectáreas, de las cuales 7,695.86 conforman el 14.3% del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, la cual se localiza en la parte sur de dicho municipio, abarcado además territorio correspondiente a Calimaya y Zinacantepec. Este espacio natural fue decretado Área Natural Protegida, según lo que establece la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2016), desde el año de 1936 con el fin de preservar los servicios hidrológicos que de ella se obtienen, así como su belleza escénica.

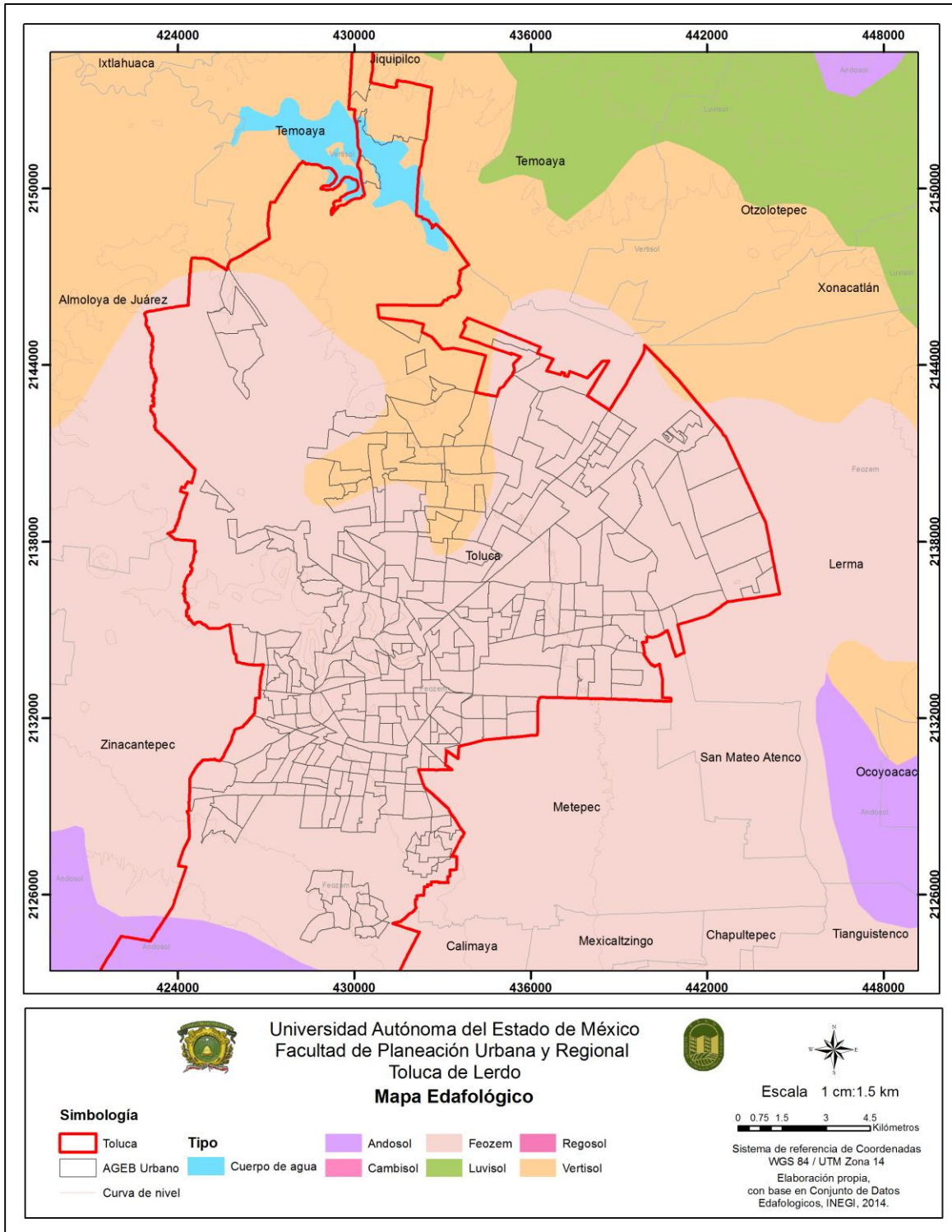
De igual manera, Toluca cuenta con cuatro Parques Estatales, siendo el Sierra Morelos el de mayor superficie, el cual cuenta con una extensión de 1,234.38ha y se localiza en la zona centro del área de estudio. Asimismo, al norte del municipio se ubica el 10.36% equivalente a 1,188.40ha del Parque Estatal Santuario del agua y forestal. Por otro lado, al oeste de Toluca y colindando con Zinacantepec se encuentra la Alameda Poniente San José de la Pila, también conocido como “Alameda 2000”, la cual posee una superficie de 173.88ha. Siendo, al este del territorio municipal donde se encuentra el 18.50%, lo que corresponde a 29.34ha del Parque Ecológico Zacango.

En cuanto a vegetación densa, se cuenta con un total de 612.80ha al sur del municipio, que corresponde principalmente a los litorales del área natural protegida Nevado de Toluca. Mientras que referente a áreas de cultivo, son 9,410.8ha al norte y sur del municipio dedicadas a dicha actividad primaria. Igualmente, en el área de estudio se encuentran 68 cuerpos de agua que en conjunto abarcan 617.87ha, así como 209 corrientes, de las cuales 10 son de tipo perenne y 199 intermitentes.

Por último, el municipio de Toluca cuenta con 38 localidades rurales que abarcan 3,418.72ha y 71 localidades urbanas las cuales conforman la zona urbana del municipio con una superficie de 17,701.45ha. Dentro de esta zona urbana se distribuyen 16 áreas verdes urbanas entre las que destacan algunos parques y jardines como El Calvario, Jardín Reforma, Simón Bolívar, Luis Donald Colosio, Urawa y Jardín Zaragoza.

3.2.2 Edafología

Mapa 2. Edafología del AGEB urbano de Toluca de Lerdo.



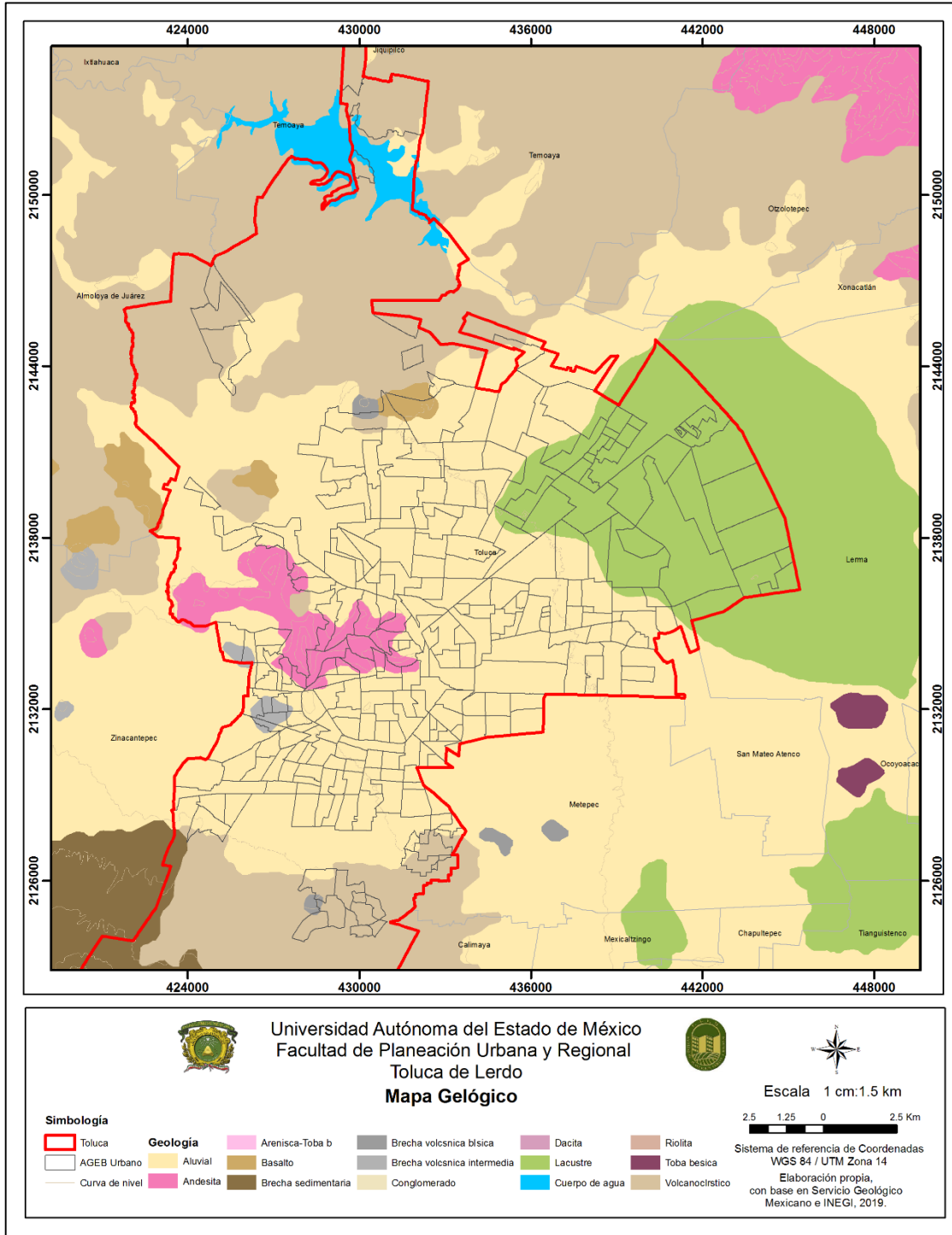
El municipio de Toluca consta de 269 áreas geoestadísticas básicas (AGEB) de tipo urbano (19051.35ha), en los cuales existe la presencia de diferentes tipos de suelos. Siendo el Feozem el suelo que predomina mayormente en el área de estudio pues se localiza en el 86.68%, lo que equivale a 16,513.44ha de la superficie de los AGEB urbanos de Toluca. Dicho suelo, tal como lo establece en el Informe sobre Recursos Mundiales de Suelos generado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2007), son suelos relativamente húmedos, oscuros y con abundante materia orgánica, los cuales predominan en regiones forestales o de pastizal y que se caracterizan por ser excelentes para la implementación de cultivos.

Por otro lado, es al norte del área de estudio donde prevalecen los Vertisoles al presentarse en un 13.22%, correspondiente a 2518.31ha de los AGEB analizados. Los cuales, según lo que determina la FAO (2007), son sedimentos que conforman suelos arcillosos, duros y profundos, en los que regularmente se generan grietas cuando se presenta una escasez de agua, en los que existe vegetación de pastizal natural o bosque. Son suelos ideales para la agricultura, más no para la construcción de edificios debido a sus características físicas.

Además, en la parte norte del área urbana de Toluca se logran identificar 19.60ha de cuerpos de agua que representan el 0.1% restante del área de estudio.

3.2.3 Geología

Mapa 3. Geología del AGEB urbano de Toluca de Lerdo.



En las áreas geoestadísticas urbanas del municipio de Toluca, prevalecen en 12,648.93ha depósitos aluviales, los cuales abarcan el 66.07% del territorio analizado. Tarbuck & Lutgens (2005), mencionan que dichos depósitos se componen por materiales de grado fino tales como arenas, limos y arcillas que son acumulados en la superficie terrestre cuando las corrientes disminuyen la velocidad del cauce, provocando así la sedimentación de pequeñas partículas, como las mencionadas con anterioridad.

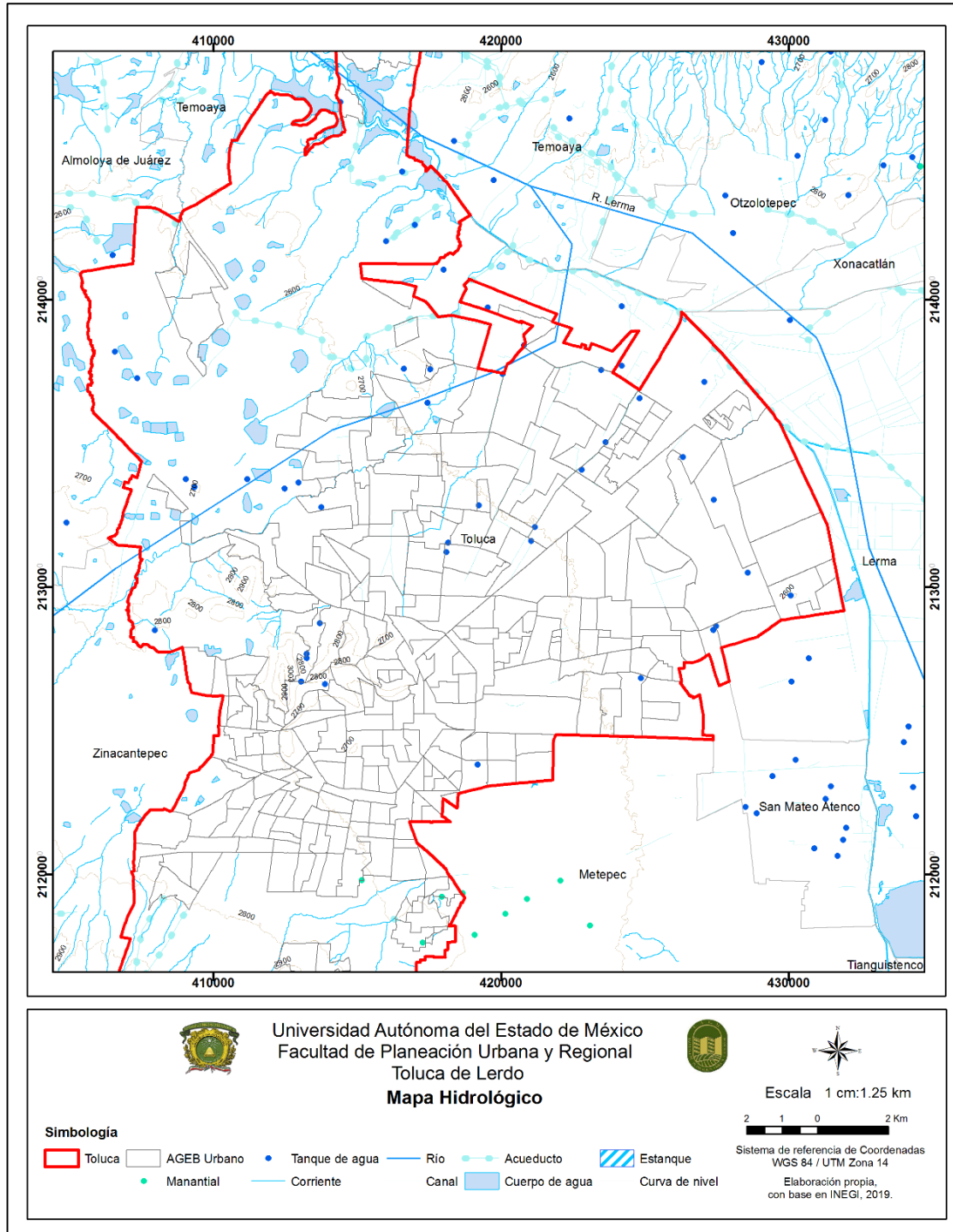
De igual manera, al noreste de los AGEB urbanos de Toluca existe la presencia de depósitos lacustres en 3,900.40 ha, que representa el 20.37% del área de estudio. Dichos sedimentos, tal como lo declara Rodríguez *et al.* (2006), son provenientes de cuerpos de agua que han desaparecido debido a la evolución de las características climáticas y/o geológicas de la zona, lo que provoca la sedimentación del lecho lacustre, formando abanicos aluviales o deltas que están conformados por arena, grava, limo o arcilla.

Por otro lado, al norte y sur del área urbana se destaca la existencia de rocas volcanoclásticas, abarcando 1,575.0047 ha (8.23%) del territorio. Estas rocas, según lo determina Conde (2013), se forman debido a la fragmentación de minerales expulsados por algún proceso volcánico, formando de esta manera ceniza, lapilli, bloques o bombas. Asimismo, es al oeste de las áreas geoestadísticas urbanas de Toluca donde se localizan las rocas andesitas en 690.30 ha, lo que representa el 3.60% de la superficie analizada. Mismas que, como lo menciona Tarbuck & Lutgens (2005), son rocas de origen volcánico que se caracterizan por ser de color gris claro que poseen una granulometría fina y cuarzo en pequeñas cantidades.

Además, es al noroeste del área urbana analizada donde se localizan brechas volcánicas básicas, intermedias y sedimentarias, que en conjunto representan el 0.96% del territorio total (184.83 ha), las cuales están formadas por fragmentos de rocas volcánicas compactados con cenizas. Por último, es al norte de los AGEB urbanos de Toluca donde se presencian rocas ígneas como lo es el basalto que cubre 124 ha, en un porcentaje del 0.65% de la superficie total.

3.2.4 Hidrología

Mapa 4. Hidrología del AGEB urbano de Toluca de Lerdo.



Dentro del municipio de Toluca se localiza el sistema hidrológico Lerma-Chapala-Santiago, el cual está conformado por la Cuenca del Río Cutzamala, Cuenca del Río Grande Amacuzac y la Cuenca Río Lerma-Toluca. Siendo esta última la de mayor superficie, al abarcar el 24% del área total del Estado de México. Del mismo modo, Toluca posee cinco subcuencas que crean afluentes de los que dependen las corrientes principales para su recarga, estas subcuencas son: del Río Veriguel, del Río Tejalpa, del Río Almoloya-Otzolotepec, del Río Otzolotepec-Atlacomulco y la subcuenca del Río Gavia, consideradas fundamentales para llevar a cabo la correcta gestión, almacenamiento y distribución hídrica en la zona, evitando inundaciones. Además, el municipio cuenta con dos presas llamadas Ignacio Ramírez y José Antonio Álzate para el almacenamiento del recurso agua (IPOMEX, 2016).

Así mismo, tal como lo determina CONAGUA (2015), la ciudad de Toluca, como muchas otras áreas urbanas pertenecientes a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), ha dependido del Sistema Cutzamala para el abastecimiento de agua potable desde el año de 1982, proporcionando a la ciudad un promedio de 25 hectómetros cúbicos al año, apoyándose además de 84 pozos profundos distribuidos en la ZMVT.

De igual manera, es al sur del AGEB urbano de Toluca donde se localizan tres manantiales, treinta y seis tanques de agua localizados en el área urbana, once cuerpos de agua, de los cuales siete corresponden al tipo intermitente, mientras que los restantes son perennes. También, se cuenta con seis acueductos subterráneos y 35 corrientes, siendo treinta y dos de ellas intermitentes y únicamente cinco perennes. Sin embargo, a pesar de contar con dicha infraestructura hidráulica, se sabe que con el paso de los años ha existido una tendencia al aumento poblacional pero no una incrementación en la dotación de servicios y mantenimiento de dicha infraestructura disminuyendo la eficiencia en la administración y distribución del recurso natural.

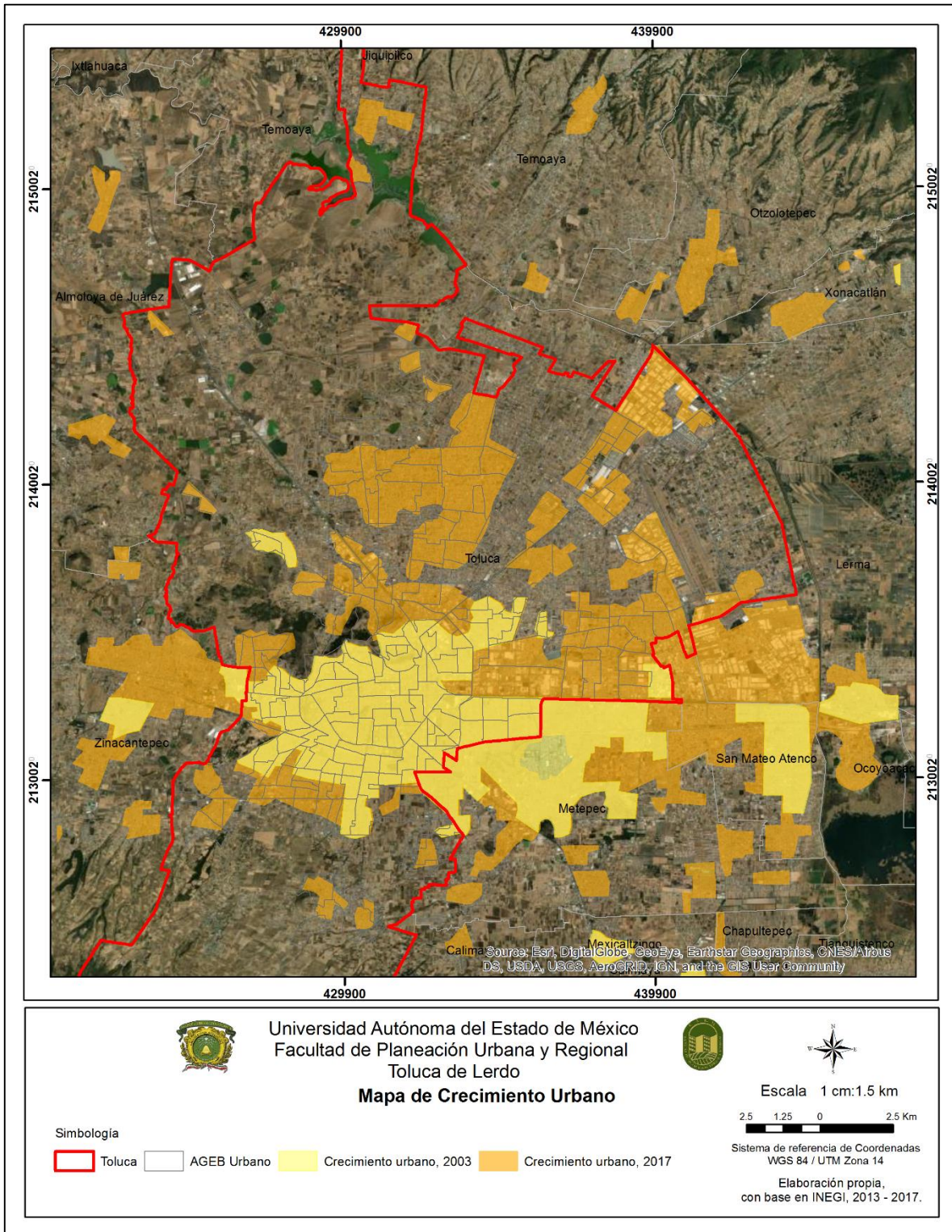
Aunado a ello, diversos estudios demuestran que en la actualidad la ZMVT presenta una mayor cantidad de área cubiertas con pavimento en comparación con los espacios destinados a la vegetación, provocando que el destino final del agua de lluvia sean las redes de drenaje y no la recarga de los mantos acuíferos.

Razón por la cual ciudades como Toluca, Metepec y San Mateo Atenco son propensas a sufrir afectaciones por inundaciones debido a que gran parte del territorio es utilizado por asentamientos urbanos (Valdez, et. al 2017).

Por otro lado, según lo que menciona CONAGUA (2015), las ciudades de la ZMVT, entre ellas Toluca, carecen de fuentes de agua para reserva y/o emergencia, lo cual, debido a la existente sobreexplotación de los acuíferos, representaría una amenaza para la población ante la presencia constante de fenómenos meteorológicos como sequías.

3.3 DESCRIPCIÓN URBANA

Mapa 5. Crecimiento urbano de Toluca de Lerdo 2003 – 2017.



Tal como lo determina Sánchez *et al.* (2020), fue en el año de 1960 que Toluca comenzaba a considerarse como uno de los principales centros económicos del Estado de México a causa de la conformación del sistema urbano metropolitano en la ciudad, lo cual significó cambios en el territorio entre los que destacan la transición de región rural a urbana debido a la industrialización y el aumento poblacional que se presentaban en esos momentos.

Es así que desde entonces la superficie del municipio de Toluca ha sufrido modificaciones en el aspecto social, ambiental y económico. Pues tal como se muestra en el mapa anterior, del año 2003 al 2017 existió una disminución del área agrícola del 59.72%, pasando de 14006.34 ha. a únicamente 8365.13 ha. De igual manera, se vio reducida la cantidad de hectáreas pertenecientes a pastizales, de 298.93 ha. a 36.27 ha., lo que representó una pérdida del 12.13%, mientras que el territorio forestal disminuyó de 246.48ha en el 2003 a únicamente 42.75ha para el año 2017.

Por otro lado, se muestra un aumento del 274% en la cantidad de superficie destinado a zonas urbanas siendo sólo 3,889.77ha en el año 2003 a 10,695.09ha en el 2017, presentándose una expansión de los asentamientos humanos principalmente al norte y este del municipio de Toluca.

Según lo que indica Ramírez *et. al* (2019), el sector de la población de bajos recursos, nativos y/o migrantes, debido a la insuficiencia de recursos económicos deciden establecerse en las periferias de la ciudad, a pesar de la escasez de servicios básicos. Lo que podría explicar el crecimiento urbano de la ciudad de Toluca donde antes eran zonas rurales o áreas de vegetación como pastizales, bosques e incluso espacios destinados a la agricultura, causando la reducción de los mismos.

Sin mencionar que, tal como lo declara Sánchez *et al.* (2020), son personas de bajos recursos las que se establecen regularmente en zonas de riesgo, con pocos o nulos servicios de infraestructura, lo que disminuye la calidad del entorno en el que la población se desarrolla debido principalmente a la falta de intervención de los

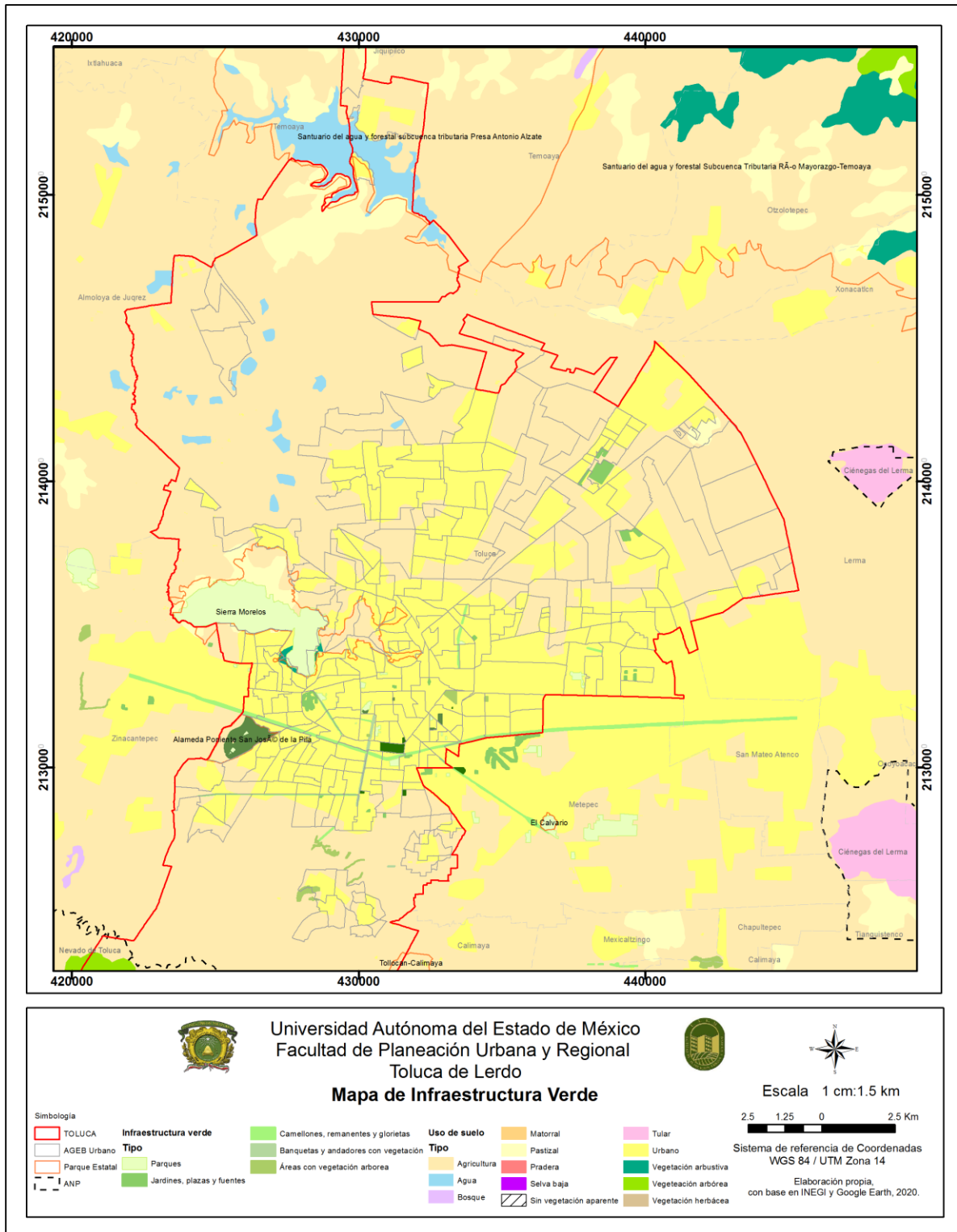
gobiernos municipales a través de instrumentos que permitan la adecuada y eficiente planificación del suelo urbano.

Igualmente, Sánchez *et al.* (2020), detalla que el crecimiento de las ciudades mexicanas no ha sido sustentable, pues éstas se han ido expandiendo rápidamente de forma desordenada, ocasionando la fragmentación del espacio y provocando, como se menciona anteriormente, la pérdida de bosques, zonas agrícolas e inclusive mantos acuíferos.

De ahí la importancia de contar con instrumentos que permitan determinar la calidad del entorno que ofrecen ciertos espacios urbanos a sus habitantes según la infraestructura de servicios y bienes con las que las ciudades cuentan para la población, como lo son escuelas, hospitales, comercios, servicios básicos tales como agua potable, luz eléctrica, etc. así como la cantidad de espacios que existen en la ciudad destinados a áreas verdes, puesto que en las palabras de Meza-Aguilar *et al.* (2017), las áreas verdes urbanas además de proporcionar oxígeno, contribuyen a la mitigación de las islas de calor y a la retención de la humedad en el aire, además de funcionar como un entorno ideal para fomentar la convivencia sociedad-naturaleza y entre la misma población.

Por ello, a continuación, se muestra la representación gráfica de la infraestructura verde con la que cuenta el área urbana del municipio de Toluca.

Mapa 6. Infraestructura verde del AGEB urbano, Toluca de Lerdo.



Se llevó a cabo la elaboración del mapa de áreas verde correspondiente a los AGEB urbanos de Toluca con el propósito de visualizar los espacios donde se encuentra la vegetación urbana. Dicho mapa fue obtenido mediante la digitalización de imágenes satelitales de Google Earth 2020, donde se identificó el tipo de uso de suelo que prevalece en el área de estudio a través de archivos shapefile obtenidos de INEGI.

Con base en el Código Reglamentario Municipal de Toluca 2019, capítulo sexto del servicio de parques y jardines, se define en el artículo 6.178 a las áreas verdes públicas municipales como sitios que representan esparcimiento, recreación, imagen urbana y equilibrio ecológico, considerando principalmente cinco clasificaciones, las cuales son:

- Parques urbanos y rurales.
- Jardines, plazas y fuentes públicas.
- Camellones, triángulos, remanentes y glorietas.
- Banquetas y andadores con vegetación.
- Cuerpos de agua, paisajes naturales y reservas ecológicas.

Con ello, es posible identificar en el mapa que las áreas verdes de la ciudad se encuentran dispersa y distribuida de manera heterogénea dentro de la superficie correspondiente a los AGEB urbanos, no obstante, también se observa que son mínimos los espacios de vegetación densa en comparación con la mancha urbana que prevalece en Toluca, siendo notorio que no existe ningún tipo de conexión entre estas, situación que impide, de cierto modo, proporcionar a la población de servicios ecosistémicos.

De igual manera, con el mapa se demuestra que los lugares donde se localiza una mayor cantidad de cobertura vegetal es al oeste de los AGEB, mientras que al norte de estos predominan los pastizales y áreas destinadas a la agricultura, encontrando únicamente en la zona centro, donde el desarrollo urbano sobresale, áreas verdes de menor tamaño que corresponden a arbolado, camellones, jardines y parques.

Resulta evidente que son escasos los espacios destinados a las áreas verdes en la ciudad de Toluca, lo que es alarmante ya que la vegetación dentro de la ciudad no sólo tiene como objetivo una función ornamental, sino que es parte del equilibrio ecológico necesario para contrarrestar el impacto de las actividades humanas, además de albergar biodiversidad y fungir como espacios captadores de carbono, regulando el intercambio de los gases de efecto invernadero que incrementan la temperatura en la ciudad.

Mapa 7. Temperaturas máximas promedio del AGEB urbano, Toluca de Lerdo.

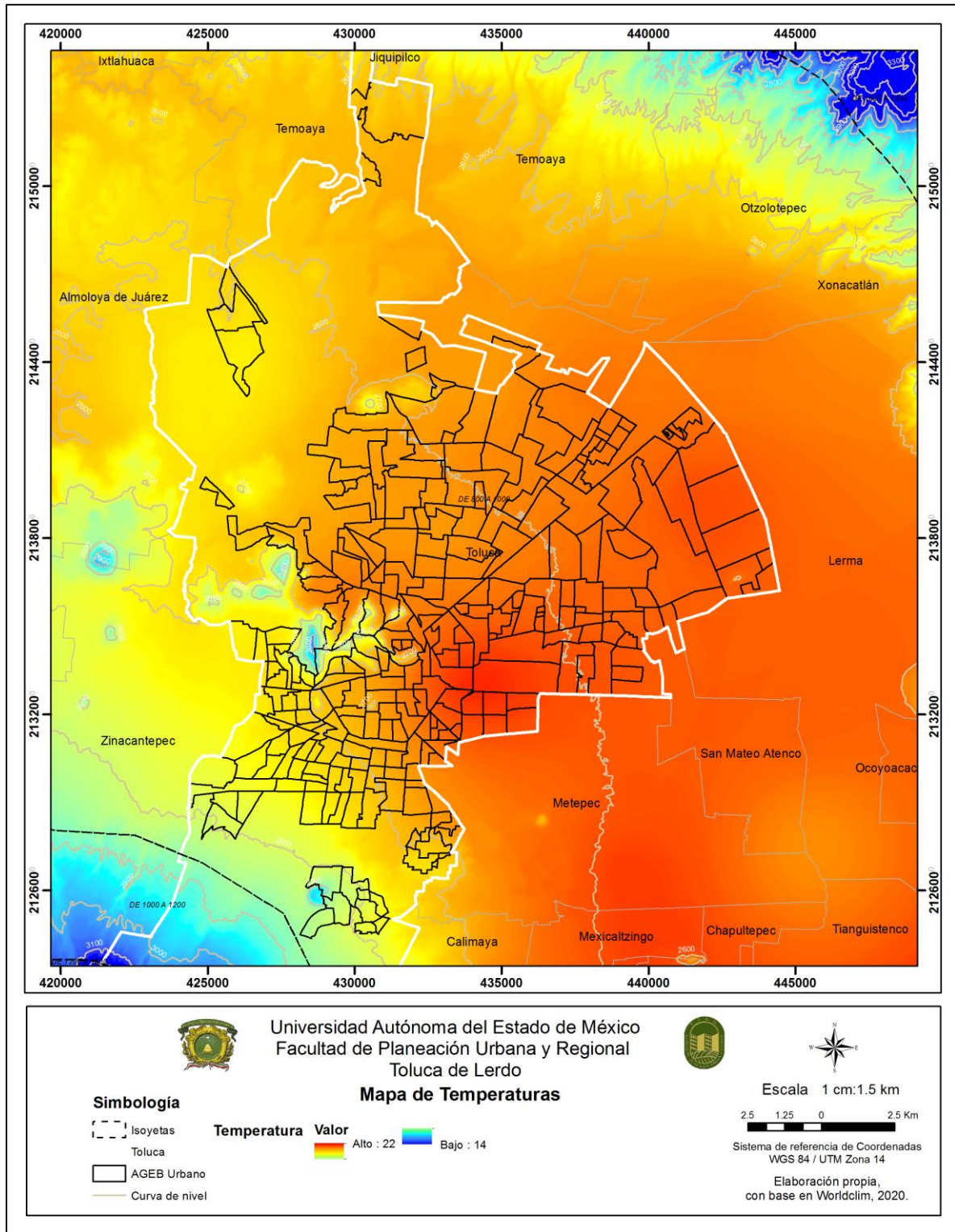


Tabla 9. Comparación de Áreas Verdes, Áreas Urbanas y Temperatura.

Espacio		Valor de la temperatura máxima promedio anual registrada en 2020
Nombre	Tipo	
Alameda Poniente, San José de la Pila (Alameda 2000)	Parque Estatal	Bajo
Parque Estatal Sierra Morelos	Parque Estatal	Bajo
Parque Metropolitano Bicentenario	Parque Urbano	Medio
Corredor Colón	Camellón y Banquetas con arbolado	Medio
Alameda Central Parque Cuauhtémoc	Parque Urbano	Medio
Parque de la Ciencia	Parque Urbano	Medio
Avenida Las Torres	Camellón con vegetación	Medio
Zona Industrial de Toluca	Urbano industrial	Alto

Fuente: Elaboración propia con base a diversos autores.

Con el propósito de localizar los grados más altos de temperatura que se presentan en el municipio de Toluca, se elaboró el mapa anterior a través del método de interpolación de temperaturas máximas promedio del año 2020 y la elevación topográfica. En este mapa se simboliza en una escala de colores las zonas donde las temperaturas máximas promedio van desde los 14°C representadas en color azul, hasta los 22°C visualizadas en un color rojo.

La temperatura máxima (22°C) registrada dentro del AGEB urbano se localiza en la parte sureste del área de estudio, lugar donde se encuentra la zona industrial de Toluca, este sitio cuenta una elevación de 2,600 metros sobre el nivel del mar y un

rango de precipitación que va de los 800 a 1,200 milímetros. Es notorio que debido a la presencia del suelo urbanizado existe una mayor tendencia al aumento de temperatura como consecuencia de la escasez de áreas verdes aunado al cambio de uso de suelo por el recubrimiento de asfalto lo que implica una mayor absorción de radiación solar.

Por otra parte, la temperatura más baja registrada (14°C) se encuentra en el área correspondiente al Cerro de la Teresona, con una elevación de 3,000 metros sobre el nivel del mar y un rango de precipitación que oscila entre los 800 a 1,000 milímetros, localizado a una distancia aproximada de 5.600 kilómetros al oeste del punto mencionado con anterioridad. Si bien la distancia entre cada sitio no es tan amplia, se experimenta un notorio cambio en la temperatura.

Con lo anterior, se puede deducir que las zonas donde la vegetación es más densa, como en el caso del parque Sierra Morelos y el Cerro de la Teresona, las temperaturas máximas registradas son menores que en el resto del área de estudio, esto debido a que las áreas verdes influyen en la porosidad y capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo por lo que, al presentarse mayor humedad, la temperatura tiende a disminuir.

Al relacionar ambos extremos de temperatura es posible identificar que el hecho de convertir un espacio natural a uno urbano involucra una serie de efectos, como lo son las variaciones en la temperatura.

Bajo un contexto global donde las ciudades se han comprometido al cumplimiento de metas establecidas en acuerdos como la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sustentable, se busca la implementación de proyectos de “infraestructura verde”, término que nace bajo la necesidad de rescatar espacios de vegetación en las ciudades a través del diseño y la planificación de redes conformadas por distintos elementos tales como: parques, jardines, camellones, jardineras, arbolado urbano, entre otros.

Este trabajo de investigación da por cierta la hipótesis planteada, ya que mediante el análisis generado a través de la investigación documental y basándose en las herramientas cartográficas realizadas se comprueba que la escasez de infraestructura verde (parques urbanos, espacios arbolados, jardines, jardineras y camellones) sí contribuye al aumento de la temperatura en el área urbana.

Esta investigación se realizó con el objetivo de analizar la relación existente entre la presencia de infraestructura verde y las temperaturas máximas registradas en el año 2020 en la ciudad de Toluca. Por ello, para cumplir con dicho propósito fue necesario un estudio espacial del área, el cual se llevó a cabo mediante la documentación y mapeo de los AGEB urbanos, determinando características cuantitativas y cualitativas de la zona, sin embargo, durante el desarrollo de la investigación se presentaron algunas limitantes como el difícil acceso a la información.

Asimismo, se identificaron variables e indicadores que demuestran la distribución de la vegetación en la ciudad, la urbanización y las zonas con mayor registro térmico correspondientes al área de estudio.

Posterior a la revisión cartográfica y bibliográfica, se dedujo que los AGEB urbanos de Toluca cuentan con algunas áreas verdes, sin embargo, carecen de los elementos necesarios para ser consideradas como infraestructura verde, ya que no se encuentran interconectados entre sí para proporcionar beneficios ambientales y sociales a la población.

Conjuntamente, se logró identificar que parte de la problemática que impide el fortalecimiento en la implementación de infraestructura verde son los paradigmas que existen en torno a esta, puesto que además de representar un reto para los tomadores de decisiones, se consideran como un lujo y no parte estratégica de una buena planificación que apueste por el desarrollo sostenible y a su vez disminuya la temperatura de la ciudad.

Puesto que, al llevar a cabo la comparación cronológica de la zona urbana de Toluca, es notorio el cambio de uso de suelo y el crecimiento urbano que se ha generado de manera desordenada, con lo cual se observa la presencia de un aumento en la temperatura sobre todo en las partes que empatan con una menor presencia de cobertura vegetal.

Es indudable que el ritmo del crecimiento poblacional y la urbanización, principalmente hacia el norte y este del polígono municipal donde originalmente el uso de suelo era agrícola, forestal y pastizales, está acelerando de manera irracional el consumo de los recursos naturales y con ello la disminución de suelo con cubierta vegetal, teniendo consecuencias que ponen en riesgo el bienestar humano, la biodiversidad, la disponibilidad de agua potable, la recarga de mantos acuíferos, la disminución en los servicios ambientales y, como se mencionó anteriormente, la variación térmica en Toluca.

En este sentido, es fundamental que, con base a la normatividad y a las políticas ya establecidas desde el nivel federal hasta el local, se busque promover un equilibrio entre la en la infraestructura gris y las áreas verdes existentes, las cuales fortifiquen el concepto de desarrollo sustentable desde una perspectiva que englobe al sector ambiental, económico y social para proporcionar a todos los habitantes de la zona una adecuada calidad de vida.

Ya que, si bien Toluca cuenta con proyectos que promueven la implementación de vegetación urbana como la Alameda Central Parque Cuauhtémoc, el Corredor Colón o el más reciente “Parque de la Ciencia”, su propósito está más orientado a la recreación social y la imagen urbana de la ciudad, por lo que es necesario

impulsar la conexión entre los espacios verdes ya existentes y aquellos que se pretenden instalar para que contribuyan a reducir los impactos generados por la creciente urbanización.

De igual manera, aunque el municipio cuenta con diferentes herramientas como el Programa para el Desarrollo Ambiental para el 2030, el Plan de Acción Climática Municipal de Toluca (PACMUN) y el Plan de Infraestructura Verde de Toluca 2019, en los cuales se pretende dar atención al rescate y creación de espacios públicos con el fin de ofrecer una mejor habitabilidad para la población, buscar soluciones para la reducción de gases de efecto invernadero y mitigar los efectos ante el cambio climático, aun es necesario integrar proyectos de infraestructura verde que den solución a problemáticas ambientales y sociales sin renunciar a los requerimientos de la funcionalidad urbana.

Por esta razón, se requiere la aplicación de políticas públicas para proteger, mantener y recuperar la biodiversidad del municipio en colaboración con la sociedad, es aquí donde el concepto de gobernanza en las ciudades es necesario para alcanzar la resiliencia como una herramienta que permita la adaptación del entorno actual a los retos que se presentan, ya que, si los esfuerzos y acciones entre los distintos actores de la sociedad se coordinan de manera democrática y participativa, la sinergia entre los mismos tendrá un resultado favorecedor para el desarrollo urbano sustentable.

No obstante, existen limitantes que dificultan dicha gobernanza, como la diferencia entre intereses, la discontinuidad en los proyectos debido al cambio de administraciones, el no contar con los recursos económicos suficientes e incluso la falta de incentivos que estimulen a la participación colectiva, provocando que la infraestructura verde no sea considerada con la importancia debida dentro de la planificación urbana.

SUGERENCIAS

Después de haber de realizado el análisis de los aspectos ambientales y sociales que influyen en la implementación de infraestructura verde de la ciudad de Toluca como una estrategia para mitigar el aumento de la temperatura en los espacios urbanos que carecen de áreas verdes, se proponen las siguientes sugerencias:

- Impulsar la sinergia entre las instituciones gubernamentales, no gubernamentales y sociedad en general, con el fin de implementar proyectos de infraestructura verde eficientes que promuevan la creación de una ciudad sustentable.
- Implementar en la ciudad de Toluca una red de infraestructura verde, que conecte la vegetación urbana ya existentes mediante áreas verdes como: jardines, camellones, arbolado urbano, parques y jardines, con el propósito de disminuir las variaciones en la temperatura.
- Realizar un manual donde se estandarice los elementos clave que dan funcionalidad a la infraestructura verde según las características socioambientales de la ciudad de Toluca.

ANEXO FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Parque Alameda central



Fotografía 2. Parque Alameda central



Fotografía 3. Parque Alameda central



Fotografía 4. Parque Alameda central



Fotografía 5. Parque Alameda central



Fotografía 6. Jardineras en "Paseo Molino"



Fotografía 7. Parque de la Ciencia



Fotografía 8. Parque de la Ciencia



Fotografía 9. Jardineras en Av. Sebastián Lerdo de Tejada



Fotografía 10. Jardineras en Av. Sebastián Lerdo de Tejada



Fotografía 11. Jardineras en Av. Sebastián Lerdo de Tejada



Fotografía 12. Calle Ignacio López Rayón



Fotografía 13. Av. Paseo Colón



Fotografía 14. Av. Paseo Colón y Paseo Tollocan



Fotografía 15. Parque Alameda central



Fotografía 16. Av. Paseo Colón



Fotografía 17. Av. Miguel Hidalgo



Fotografía 18. Calle José Vicente Villada



Fotografía 19. Av. Las Torres



Fotografía 20. Av. Lerdo de Tejada

Fuente: Toma propia, 2022.

BIBLIOGRAFIA

- Adame S., & Hernández M. & Cadena E. (2017). Los retos de la sustentabilidad urbana en México. Reflexiones sobre su evaluación a través de la Metodología ICES del BID. *Quivera, Revista de Estudios Territoriales*, 19(1), pp. 85-97. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40153531005>
- Adame S., Sánchez R. & Hoyos G. (2020). Factores socio territoriales de cambio de uso de suelo en el centro de México. Caso oriente de la Zona Metropolitana de Toluca, México. *Revista Universitaria de Geografía*, Vol. 29, pp. 153 – 183.
- Aguilar A. & Rivero M. (2009). Organizaciones gubernamentales para la planeación urbana en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). *Espacios Públicos*, 12(26), pp. 243-260. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67612145013>
- Akbari, H. (2009). Cooling our Communities. A Guidebook on Tree Planting and Light-Colored Surfacing. *California: U.S. Environmental Protection Agency*.
- Alfie M. (2016). Pactos Urbanos. *Gobernanza territorial en los Países Bajos con fines de Relaciones Internacionales y Ciencia Política*, vol. 12, núm. 22, pp. 11-36.
- Alonzo L. & González M. (2010). Perdida de cobertura vegetal como efecto de la urbanización en Chetumal, Quintana Roo. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 12(2), pp. 1-19. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40115676001>
- Álvarez J. (2010). *El cambio climático y el desarrollo*. Ingeniería Industrial, (28), pp. 25-39.
- Andrew P., Linares E. & Bye R. (2010). *Jardines botánicos de México: historia y perspectivas*. Secretaría de Educación de Veracruz.
- Aponte F. (2007). *La sustentabilidad urbana en las ciudades*. Boletín Goiano de Geografía, 27(2), pp. 11-33. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337127147001>
- Arellano B. & Roca J. (2021). Urban - CLIMPLAN: la Isla de Calor Urbana en la Región Metropolitana de Barcelona: estudio de la intensidad de la UHI diurna y nocturna a partir de diversos sensores. *ACE: architecture, city and environment*, 15 (45).
- Arellano B. & Roca J. (2018). Áreas verdes e isla de calor urbana. *International Conference Virtual City and Territory*. Sn.
- Arratia, Andre Luis Dias, Ribeiro, Andreza Portella, Quaresma, Cristiano Capellani, Rodrigues, Elaine Aparecida, Lucca, Edgar Fernando de, Camargo, Plínio Barbosa de, Nascimento, Ana Paula Branco do, & Ferreira, Maurício Lamano. (2020). Structure and biomass analysis of urban. Vegetation in Squares of Santa Cecília District, São Paulo, *Revista Árvore*. Sp.
- Ayuntamiento de Victoria Gasteiz. (2019). *Anillo Verde de Victoria-Gasteiz*. Sn. Disponible en: <https://www.vitoriagasteiz.org/we001/was/we001Action.do?idioma=es&accionWe001=ficha&accion=anilloVerde>
- Ballester, F., Iñíguez, C., Sáez, M., Pérez-Hoyos, S., Daponte, A., Ordóñez, J. M., Guillén, J. J. (2003). Relación a corto plazo de la contaminación atmosférica y la mortalidad en 13 ciudades españolas. Sn. Disponible en: <https://doi.org/10.1157/13054596>
- Beatley T. (2016) Biophilic Cities and Urban Resilience, *Handbook of Biophilic City Planning and Design*. Sp.



- Benavides, H. & León G. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*, Sn, Sp.
- Benedict, M., & McMahon, E. (2002). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Renewable Resources Journal*, pp. 12-17.
- Bizberg I. & Zapata F. (2010). Movimientos Sociales. Los grandes problemas de México. *El Colegio de México*, Vol. 6, pp. 395.
- Bizberg I. (2015). Los nuevos movimientos sociales en México: El movimiento por la paz con justicia y dignidad y #Yosoy132. *Foro Internacional*, 219, No. 1, pp. 262 - 301.
- Blanco I. (2009). Gobernanza urbana y políticas de regeneración: el caso de Barcelona. *Ciencia Política*, Vol. 20, pp. 125 -143.
- Bobadilla, D. (2019). Análisis del diseño e implementación de la propuesta piloto del inventario de arbolado urbano en la Ciudad de Toluca. Tesis de licenciatura. *Universidad Autónoma del Estado de México*. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/105552>
- Breña A., Breña J. (2009). Problemática de recurso agua en grandes ciudades: Zona metropolitana del Valle de México. *Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica*, Sn, pp. 1 - 18.
- Calaza Martínez, Pedro. (2016). Trees in Urban Ecosystem: Connection between New Urbanism, Society and Rational Risk Management. *Ingeniería y Universidad*, 20 (1), pp. 155-173.
- Camacho Ramírez, Marce Darinka, & Hoyos Castillo, Guadalupe (2010). Vialidad Paseo Tollocan en la ciudad de Toluca. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 12(2),221-246. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40115676011>
- Campos Alanís, Héctor, & Rosas Ferrusca, Francisco Javier, & Calderón Maya, Juan Roberto (2012). Elementos conceptuales para el análisis de la gobernanza territorial. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 14 (2),pp. 113-135. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40126859001>
- Cantó López, M. (2014). La Planificación y Gestión de la Infraestructura Verde en la Comunidad Valenciana. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, 215-234.
- Cantú P. (2015). Sustentabilidad Urbana. *Universidad Autónoma de Nuevo León*, No. 74, pp. 28 - 32.
- Carrera, A. (2016) El asociativismo intermunicipal en México (Ed). El asociativismo intermunicipal en América Latina. *Universidad Tecnológica Metropolitana*. 1ra. ed. pp. 203-233.
- Cedrés, L. (2012). La participación ciudadana en la construcción de hábitat incluyente y sostenible: hacia la materialización del derecho a la ciudad. *Dimensiones del hábitat popular latinoamericano*. Quito: FLACSO Ecuador, pp. 187-206.
- Cerrillo, A. (2005) La gobernanza hoy: 10 textos de referencia. *Madrid: Instituto Nacional de Administración Pública*, 1: ed. p. 262.
- Chávez C. & González P. (2018). Las organizaciones de la sociedad civil en México: Hacia una reforma de la LFFAROSC. *Senado de la República. Instituto Belisario Domínguez*, No. 1, Sn.
- Cifuentes, P. y Llop, J. (2015). Repensando la ciudad: estrategias de desarrollo urbano sostenible de las ciudades intermedias de América Latina. *Revista Nodo*, 9(19), pp. 73-83.
- Clark, Burton R. (1977). Academic Power in Italy. Bureaucracy and Oligarchy in a National University System. Chicago and London: The University of Chicago Press.



- Comisión Europea. (2014). Construir una infraestructura verde para Europa. *Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea*, Sn, p. 24.
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos. (2016). Cambio climático y derechos humanos. *CNDH*, Primera edición, Sn.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). "PMPMS para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento". *Organismo de Cuenca Lerma - Santiago - Pacífico, Informe final*, Sn.
- Conde M. (2013). Tesis: Caracterización geotécnica de materiales volcánicos de baja densidad. Facultad de Ciencias Geológicas, *Departamento de geodinámica: Universidad Complutense de Madrid*. Sn.
- Corrales L. (2019). Islas de calor, impactos y respuestas: El caso del cantón de Curridabat. *CATIE*. Sn.
- Cuarto Informe de Gobierno. (2018). Habitabilidad, servicios, espacio público e infraestructura. *Ciudad de México*, 4°.
- Delgado A. (2009). De la participación ciudadana a la gobernanza urbana: transformaciones políticas y territoriales. *Boletín CF+S 44. Tierra y libertad*, Sn, pp. 67 - 76.
- Delgado G. (2018). Programa de Investigación en Cambio Climático. *Ciudades sensibles al cambio climático*, Primera Edición, Sn.
- Design Workshop. (2013). Lafitte Greenway Master Plan. *New Orleans, Louisiana*, Sn.
- Deutsche G. (2019). Plataforma de Infraestructura Verde y Ciudades. *Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México*. Sn.
- Díaz Cordero, Gerarda (2012). El Cambio Climático. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII (2),pp. 227-240.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=870/87024179004>
- Díaz J. (2006). Los suelos lacustres de la Ciudad de México. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, Vol. 6, pp. 111 - 130.
- Dige G. (2015). Infraestructura verde: una vida mejor mediante soluciones naturales, de Agencia Europea de Medio Ambiente. Sn.
- Duque Cante, Naidú (2017). Importancia de la categorización territorial para la descentralización y las relaciones intergubernamentales en Colombia. *Revista Derecho del Estado*, (38), pp. 67-95.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337653757003>
- Duque N. (2010). El departamento en las relaciones intergubernamentales. *Procesos de elaboración de políticas públicas en Colombia*, No. 10, pp. 233 - 246.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC). (2013). *Gobierno de la República. Visión 10-20-40*. Sn.
- Novillo N., Olmedo M., Pérez Y. & Rojas Y. (2018). Aproximaciones al estudio de la relación entre ciudades y cambio climático. Construyendo liderazgo en ciudades de América Latina y el Caribe frente al cambio climático, Sn, Sp.
- Escalera. J. & Ruiz E. (2011). Resiliencia Socioecológica: Aportaciones y retos desde la Antropología. *Revista de Antropología Social*. Sn.
- Escallón C. (2014). Gobernanza en procesos de regeneración urbana: aproximaciones al caso de Bogotá. *Universidad de los Andes, Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo*, No. 28. Sn.



- Espejel J. (2014). Gobernabilidad, gobernanza y urbanización en México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, Vol. 1, pp. 15 - 28.
- European Commission. (2013). Building a Green Infrastructure for Europe. Environment. Sn.
- Fernández, F. (2009). Ciudad y cambio climático: aspectos generales y aplicación al área metropolitana de Madrid. *Investigaciones Geográficas*, No. 49, pp. 173 - 195.
- Firehock K. (2010). A Short History of the Term Green Infrastructure and Selected Literature. Sn, pp. 1 - 4.
- Flores R. (2012). Incorporando desarrollo sustentable y gobernanza a la gestión y planificación de áreas verdes urbanas. *Frontera Norte*, 24(48), pp. 165-190.
- Frutos, Pablo de, & Esteban, Sonia (2009). Estimación de los beneficios generados por los parques y jardines urbanos a través del método de valoración contingente. *Urban Public Economics Review*, Vol. 10, pp. 13-51. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50412489001>
- Fuentes, C. (2014). Islas de calor urbano en Tampico, México. Impacto del microclima a la calidad del hábitat. *Revista Electrónica Nova Scientia*, Vol. 7, pp. 495 - 515.
- Gálvez J. (2013). Criterios para la planificación y el diseño de corredores urbanos para la mitigación de la isla de calor (Urban heat island). *Laboratorio de Planificación Ambiental*. Universidad de Granada.Sn.
- García G & Gutiérrez J. (2014). Transformación de la Estructura Urbana de la Ciudad de Toluca, Siglo XIX. *Revista de Urbanismo*, No. 31, pp. 37 - 55.
- García Samaniego, Francisco Roberto (2005). En torno a la globalización. ¿Cuáles son los cambios para interpretar las instituciones políticas? *Reflexión Política*, 7(14), pp. 54-68. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11001405>
- García, Cecilia Souza Gontijo, Paiva, Patrícia Duarte de Oliveira, Bruck, Jules, & Sousa, Rafael de Brito. (2021). Distribution of urban green spaces: Comparative analysis between cities in different countries. *Ornamental Horticulture*, 27(1), pp. 8-19.
- Garea, B., Pichs, R. & González, Z. (2009). El Cambio Climático, sus consecuencias e impactos principales. *Panel Intergubernamental de Cambio Climático, UNESCO*, pp.12 - 57.
- Gasteiz V. (2014). La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. *Centro de Estudios Ambientales*, Sn, pp. 3 – 155.
- Gifreu, J. (2018). Ciudades adaptativas y resilientes ante el cambio climático: Estrategias locales para contribuir a la sostenibilidad urbana. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, ISSN 2341-2135, pp. 102-158.
- Girardo C. & Mochi P. (2012). Las organizaciones de la sociedad civil en México: modalidades del trabajo y el empleo en la prestación de servicios de proximidad y/o relaciones. *Economía, Sociedad y Territorio*, Vol. XII, pp. 333 – 357.
- Gobierno de Navarra. (2019). Estrategia de Infraestructura Verde en Navarra. Departamento del Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local. Sn.
- González Couret, Dania (2017). Sobre resiliencia de ciudades del arte ante catástrofes naturales. *Arquitectura y Urbanismo*, XXXVIII (1), pp. 96-102.
- González D. (2011). Ciudades sustentables. Retos y oportunidades. *Arquitectura y Urbanismo*, XXXII (3), pp. 66-71. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3768/376839863010>



- González, M., Jurado, E., González, S., Aguirre O., Jiménez J. & Navar J. (2003). Cambio Climático mundial: Origen y Consecuencias. *Ciencia UANL*, Vol. VI, pp. 377 - 386.
- Goretti, M., et. al. (2017). La vegetación como sistema de control para las islas de calor urbano en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Revista Hábitat Sustentable*, Vol. 7, pp. 14 - 23.
- Guevara A. (2005). Política ambiental en México: Génesis, desarrollo y perspectivas. *ICE Revista de Economía*, No. 821, Sn.
- Guillén, V & Orellana, D. (2017). Un acercamiento a caracterizar la isla de calor en Cuenca, Ecuador. *Revista Interuniversitaria de Estudios Urbanos de Ecuador*, Primera Edición. Sn.
- H. Ayuntamiento de Toluca. (2016). Cartografía de Toluca. *Coordinación municipal de Protección Civil y Bomberos*. Sn.
- H. Cabildo de Toluca. (2020). Bando Municipal Toluca. *Gaceta Municipal Especial*, No. 1.
- Harvey, D. (2013). Ciudades rebeldes Del derecho de la ciudad a la revolución urbana. Madrid, España: *Ediciones Akal*. Sn.
- Hernández J., Gutiérrez J., Juan J., Franco R. & Czerny M. (2018). Distribución de áreas verdes y bienestar socio ambiental. Un estudio en la Ciudad de Toluca, México. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*. No. 9 (21), pp. 919 – 942.
- Hernández Moreno, Silverio (2008). Introducción al urbanismo sustentable o nuevo urbanismo. *Espacios Públicos*, 11(23), pp. 298-307. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67611217015>
- Hernández-Rejon (2017)
- Hernández C. & Sanabria R. (2020). Characterization of Green Infrastructure at the Local Level with Geographical Information System, Tunja (Colombia). *Facultad de Ingeniería*, 29 (54).
- Herrán C. (2012). Los parques lineales como nueva modalidad de espacio público inclusivo en la ciudad de Medellín. *Revista S&T, Memorias, Universidad Icesi*, Vol. 5, pp. 159 – 166.
- Holling. C. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 4, pp. 1-23.
- Hoyos G. & Camacho M. (2010). Vialidad Paseo Tollocan en la ciudad de Toluca. *Quivera*, Vol. 12, pp. 221 - 246.
- Hulea O., Lonescu C. & Puiu L. (2020). Lower Danube green corridor: floodplain restoration for flood protection. *Climate ADAPT*. Sn. Disponible en: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/lower-danube-green-corridor-floodplain-restoration-for-flood-protection>
- IIEG, Jalisco. (2018). Programa de ordenamiento de arbolado y áreas verdes urbanas. *Instituto de información estadística y geográfica*. Sn.
- IMPLAM. (2017). Manual de lineamientos de diseño de infraestructura verde para municipios mexicanos. *Ayuntamiento de Hermosillo*, Sn, Sp.
- Índice Básico de las Ciudades Prósperas, CPI (2018) *ONU – Hábitat. México*, Sn. Sp.
- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT). (2018). *Índice básico de las ciudades prósperas*. Toluca, Estado de México. Sn.
- Iracheta, A. (2016). Estudio Introductorio Metropolitización y Gobernanza. La Marca del Siglo XXI. *Metrópolis y Gobernanza Ciudad de México, Siglo XXI Editores*, pp. 13-43.



- IUSS. (2007). Grupo de Trabajo WRB. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización, *Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos*. No. 103. FAO. Roma.
- Jiang, Yan; Yuan, Yongping & Piza, Holly. (2015). "A Review of Applicability and Effectiveness of Low Impact Development/Green Infrastructure Practices in Arid/Semi-Arid United States" *Environments* 2, no. 2. pp. 221-249.
- Jiménez P., Calderón J. & Campos H. (2015). Desarrollo habitacional fragmentado y movilidad urbana en la zona metropolitana de Toluca. *Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México*. MECIDER - CRIM, UNAM, 20°, Sn.
- Kim, J. (2017). Exploring green infrastructure benefits at house and neighborhood scale: case study of Illinois, USA. *International Consortium of Landscape and Ecological Engineering*, pp. 165-173.
- Klimek O. (2015). Hacia una agenda para el desarrollo sustentable y sostenible. *El punto sobre la i*, No. 20, Sn.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 8 de julio del 2015, México.
- Lezama J. & Domínguez J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de Población*, Vol. 12, pp. 153 - 176.
- Comisión Europea para la Adaptación al Cambio Climático. (2009) *Libro Blanco*. Sn.
- Lichtinger V. & Cárdenas A. (2002). Informe de la situación del medio ambiente en México. SEMARNAT. Dirección General de Estadística e Información Ambiental. Sn.
- López P. & Ferro A. (2006). Derecho Ambiental. *IURE editores*, No. 1, Sn.
- López Ricalde, Carlos David, & Ancona Peniche, Ignacio, & López-Hernández, Eduardo Salvador (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario*, 4(2). Sp.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457845044002>
- López Valencia, A. P. (2019). Vulnerability assessment in urban areas exposed to food risk: methodology to explore green infrastructure benefits in a simulation scenario involving the Cañaveralejo River in Cali, Colombia. *Natural Hazards*, pp. 217-245.
- Martínez Fabián, A. B. (2021) Áreas verdes como factor de vida en la cabecera municipal de Toluca. Tesis de Licenciatura. *Universidad Autónoma del Estado de México*. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/111619>
- McMahon, E. (2000). Green Infrastructure. *Planning Commissioner's Journal*, Number 37, pp. 4 – 7.
- Méndez B. (2016). Siete problemas de las instituciones de gobierno en México. Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales (CIECAS). *Instituto Politécnico Nacional*, No 13. pp. 61 – 74.
- Méndez R. (2011). Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana. Estudios. Instituto de Economía, Geografía y Demografía, *Centro de Ciencias Humanas y Sociales CSIC*, Sn, pp. 215 - 231.
- Mendoza J. (2017). La Zona Industrial Lerma como modelo de crecimiento urbano disperso. Universidad Autónoma Metropolitana, *División de Ciencias y Artes para el Diseño*, Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño. Sn.
- Metzger, P., & Robert, J. (2013). Elementos de reflexión sobre la resiliencia urbana: usos criticables y aportes potenciales. *Territorios*, (28), pp. 21-40.



- Ministerio de Medio Ambiente. (2007). Libro verde de medio ambiente urbano. Tomo 1.
- Mochi, Prudencio, & Girardo, Cristina (2012). Las organizaciones de la sociedad civil en México: modalidades del trabajo y el empleo en la prestación de servicios de proximidad y/o relacionales. *Economía, Sociedad y Territorio*, XII (39), pp. 333-357. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11123033003>
- Morales Méndez, Carlos Constantino, & González Becerril, Lidia Alejandra, & Madrigal Uribe, Delfino (2007). Isla de calor en Toluca, México. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 14(3), pp. 307-316. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10414308>
- Moreno C. & Chaparro E. (2008). Conceptos básicos para entender la legislación ambiental aplicable a la industria minera en los países andinos. *Consultora de la División de Recursos Naturales e Infraestructura*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), No. 134, Sp.
- Moreno M. (2014). Movimientos sociales y desarrollo en México contemporáneo. *Espacios Públicos*, Vol. 17, pp. 93 - 104.
- Moreno, J. (2009). El desarrollo sustentable, el cambio climático global y el mundo urbano. *Quivera*, pp. 52 – 67.
- Moreno, M. (1990). Bibliografía sobre Climatología Urbana: La "Isla de Calor". *Revista de Geografía*, 1°, Sn.
- Municipalidad de Curridabat. (2019). Islas de calor, impactos y respuestas: El caso del cantón de Curridabat. *Curridabat-Costa Rica*. Sn.
- Nacif, B. (2007). Para entender las instituciones políticas del México democrático. *CIDE*, 194, pp. 1-36.
- Naciones Unidas. (2012). Cómo desarrollar ciudades más resilientes Un Manual para líderes de los gobiernos locales. *Una contribución a la Campaña Mundial 2010-2015*. Sn, Sp.
- Naciones Unidas. CEPAL. (2002). Las nuevas funciones urbanas: Gestión para la ciudad sostenible. *Medio ambiente y desarrollo*, N° 48, Sp.
- Navarrete, C. (2020). Gobernanza Metropolitana: perspectivas desde la Nueva Agenda Urbana. *Deliberativa. Revista de Estudios Metropolitanos en Gobernanza*, 2, pp. 200- 201.
- Navarrete M. (2017). Desarrollo urbano sustentable: el gran desafío para américa latina y los preparativos para hábitat III. *Revista Luna Azul*, (45), pp. 123-149. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321753629008>
- Niño, N., Correa, G., Saldaña, J. & Valderrábano, A. (2011). Las áreas naturales protegidas desde la perspectiva ambiente-sociedad-políticas ambientales. En *Medio ambiente, Sociedad y políticas ambientales en el México contemporáneo*. Ciudad de México, México: Miguel Ángel Porrúa, pp. 145-163.
- Novillo N., Olmedo P., Pérez Y. & Rojas Y. (2018). Proyecto "Construyendo liderazgo en ciudades de América Latina y el Caribe frente al cambio climático". *Aproximaciones al estudio de la relación entre ciudades y cambio climático*. Sn. Sp.
- OIM. (2008). Migración y cambio climático. *Serie de estudios de la OIM sobre la migración*. No. 31, Sn.
- Ojeda Revah, Lina (2012). Reseña de "Metodología para la planificación de las áreas verdes urbanas: el caso de Mexicali, Baja California" de César Ángel Peña Salmón. *Estudios Fronterizos*, 13(26), pp. 228-234.



- Oke, T. (1995). The Heat Island of the Urban Boundary Layer: Characteristics, Causes and Effects. *University of British Columbia – Vancouver*. Sn. Sp.
- Olvera C. (2015). Tesis "Vialidad y sus efectos territoriales en cuatro municipios metropolitanos. Caso de estudio Vialidad Las Torres, 1990 - 2010. A 20 años de su funcionamiento". *Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEMéx*. Sn. Sp.
- ONU HABITAT. (2016). *Guía. Resiliencia Urbana*.
- ONU-Habitat. (2018). Índice de habitabilidad Urbano. Toluca, Estado de México. México.
- Organización de las Naciones Unidas (2018) Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo. *Noticias ONU*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2007). Base referencial mundial del recurso suelo: Un marco conceptual para clasificación correlación y comunicación internacional. *Informes sobre recursos mundiales de suelos*. Sn. Sp.
- Pacheco R. (2014). Intermunicipalidad como un arreglo institucional emergente: El caso del suministro de agua en la Zona Metropolitana de Aguascalientes, México. *Revista de Gestión Pública*, Vol. III Número 2, pp. 207 – 234.
- Pascual E. (2007). El nuevo arte de gobernar las ciudades y las regiones, Fundación Ciudadanía y Buen Gobierno, Conferencia sobre el Nuevo Arte de Gobernar las Ciudades y las Regiones. *Sevilla: Dirección General de Administración Local*. Sn. Sp.
- Pérez Calderón, Jesús (2010). La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos. *El Cotidiano*, (162), pp. 91-97. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32513882011>
- Pérez H. (2013). Tesis "Determinantes históricos, patrimoniales y del diseño urbano y paisajístico del barrio de San Sebastián En Toluca". *Facultad de Arquitectura y Diseño. Universidad Autónoma del Estado de México*. Sn. Sp.
- Pérez J. (2010). La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos. *El Cotidiano*, No. 162, pp. 91 – 97.
- Pons B. (2016). Tesis doctoral: La infraestructura verde como base de la resiliencia urbana. Estrategias para la regeneración de corredores fluviales urbanos del Banco Interamericano de Desarrollo. *Escuela Técnica Superior de Arquitectura: Universidad Politécnica de Madrid*. Sn. Sp.
- Porras F. (2016). Gobernanza: Propuestas, límites y perspectivas. 2016. México. *Editorial Mora*. vol. XXVII, núm. 1, pp. 285-287.
- Prado G. (2005). La evolución del derecho ambiental. *Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM*, 325 – 343 pp.
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial. (2021). *PAOT. 2021, de Gobierno de la Ciudad de México*. Sn. Sp. Disponible en: <https://paot.org.mx/centro/ine->
- Puliafito, S., Bochaca, F. & Allende, D. (2013). Mitigación de la isla de calor urbana en ciudades de zonas áridas. *Proyecciones*, Vol. 11, pp. 29 - 45.
- Quintana F. (2015). Las instituciones ambientales mexicanas en la era del Antropoceno. *El punto sobre la i*, No. 20, pp. 33 - 39.
- Quintero González, Laura Estefanía, & Quintero González, Julián Rodrigo (2019). Infraestructuras verdes vivas: características tipológicas, beneficios e implementación. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12(23), pp. 160-178.



- Quiroz Benítez, Diana Esmeralda (2013). Las ciudades y el cambio climático: el caso de la política climática de la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 28(2), pp. 343-382. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31230010003>
- Quiroz D. (2018). Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta. *Programa de Protección del Clima en la Política Urbana de México (Ciclim)*, No.1, Sp.
- Ramírez R. & Meixueiro A. (2019). La educación ambiental y los movimientos sociales en México. Contextos, conceptos, comunicación y ejemplos. *Congreso Nacional de Educación Ambiental para la Sustentabilidad*. Sn, pp. 1 – 10.
- Ramírez J., Lamy B. & Serrano A. (2019). Migración interna y sus efectos en el crecimiento urbano del municipio de Querétaro. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, Vol. 21, pp. 49-61. García F. (2005). En torno a la globalización ¿Cuáles son los cambios para interpretar las instituciones políticas? *Reflexión Política*, No. 14, pp. 54 – 68.
- Raynal Villaseñor, J.A. (2011). Cambio climático global: una realidad inequívoca. *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, XII (4). pp. 421-427.
- Rivero M. & Aguilar A. (2009). Organizaciones gubernamentales para la planeación urbana en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). *Espacios Públicos*, Sn, pp. 243 - 260.
- Rodríguez, A., Moulart, F. & Swyngedouw, E. (2001). Nuevas políticas urbanas para la revitalización de las ciudades en Europa. *Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales*, XXXIII, pp. 409-421.
- Rodríguez S., Mora I., & Murrieta J. (2006). Flujos de baja concentración asociados con lluvias de intensidad extraordinaria en el flanco sur del volcán Pico de Orizaba (Citlaltépetl), México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, LVIII (2), pp. 223-236. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94320213007>
- Rubiano, Kristian (2019). Distribución de la infraestructura verde y su capacidad de regulación térmica en Bogotá, Colombia. *Colombia Forestal*, 22(2), pp. 83 – 100.
- Rueda A., García C. & Espejel B. (2017). La gobernanza climática en México: Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional. *Universidad Nacional Autónoma de México: Programa de Investigación en Cambio Climático*, Vol. 1, Sn.
- Sánchez R. (2013). Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Sn. Sp.
- Sánchez-Nájera, Rosa María, García-González, María de Lourdes, & Adame-Martínez, Salvador (2015). Expansión metropolitana de Toluca: caso de estudio municipio de Calimaya, México. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 17(1), pp. 35-53. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40140031003>
- Santín L. (2013). Las intermunicipalidades y los retos estratégicos para el desarrollo sustentable de los municipios. *RC ET RATIO*. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, No. 7, pp. 11 - 30.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) (2010). *Documento diagnóstico de rescate de espacios públicos*. Ciudad de México, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2016). *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca*, 1.a ed. Disponible en: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/104_libro_pm.pdf



- Siemens, A. G. (2010). Índice de Ciudades Verdes de América Latina. Una evaluación comparativa del impacto ecológico de las principales ciudades de América Latina. *Economist Intelligence Unit*. Sn. Sp.
- Soto K. & Gómez A. (2020) "Gobernanza y movilidad urbana hacia la sustentabilidad. Comunidad educativa en Monterrey, México". *Bitácora Urbano Territorial*, 30 (III), pp. 95-107. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/bitacora.v30n3.80196>
- Soto Cortés, J. (2017) El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma Económico*, Vol. 7, N. 1, pp. 127-149. Disponible en: <https://paradigmaeconomico.uaemex.mx/article/view/4840>
- Stocker, T.F.,D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P.M. Midgley. IPCC. (2013) Glosario. Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- Suárez, A., Camarena, P. & Herrera, I. (2011) Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México. *UNAM*, Coordinación de la Investigación Científica, Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica Pedregal de San Ángel. Sn. Sp. Disponible en: <http://ru.ameyalli.dgdc.unam.mx/123456789/981>
- Tarbuck, E. & Lutgens, F. (2005). Ciencias de la Tierra: Una Introducción a la geología física. Madrid, España: *Pearson Educación*. Sn. Sp.
- Torres R. (2018). Movimientos sociales y democracia en el México contemporáneo. *Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*. No. 26, pp. 190 – 215.
- Ugalde V. (2007). Sobre el gobierno en las zonas metropolitanas de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, Vol. 22, pp. 443 – 460.
- UNAM. (2009). Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: Ecología urbana del sur de la Ciudad de México. *Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel*. Sn. Sp.
- UNESCO (2009),
- UNESCO. (2016). Informe mundial sobre la cultura para el desarrollo urbano sostenible. *Cultura, Futuro Urbano*, Sn. Sp.
- United Nations Human Settlements Programme (2011) *Cities and Climate Change: Global Report on Human Settlements 2011*, Earthscan, Disponible en: <http://www.unhabitat.org/grhs/2011>
- Universidad Autónoma Metropolitana. (2016). La ciudad: Crisis y sustentabilidad. *Cuadernos Universitarios de Sustentabilidad*. No. 4, Sp.
- Valdés P. & Foulkes M. (2016). La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional. Aplicación a los ejes recreativos y culturales de resistencia y su área metropolitana. *Artículos Arbitrado*, No. 20, pp. 45 - 70.
- Valdez M., Orozco M., González G. & Mireles P. (2017). Vulnerabilidad social y riesgo por inundación en el Valle de Toluca, Estado de México. *Proyección 22, Estudios geográficos y de ordenamiento territorial*. Vol. XI, pp. 89 - 107.
- Vásquez A. (2014). Tesis doctoral. Gobernanza y metagobernanza en políticas públicas de regeneración urbana: El caso de la ciudad de Medellín (Colombia), 2004 - 2011. *Facultad de Ciencias Políticas y de Sociología: Universidad Autónoma de Barcelona*. Sn. Sp.



- Vásquez A. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*. Sn, pp. 63 – 86.
- Velázquez, L. & Meza, M. & Larrucea, A. (2017). Recuperación De Áreas Verdes Urbanas. La Importancia Del Diagnóstico Fitosanitario Para La Intervención. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*. Vol.1(22). Sn. Sp. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477951390005>
- Venancio A. (2016). Planificación y gestión del desarrollo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. *Un análisis desde la gobernanza*. Instituto de Administración Pública del Estado de México, A.C Sn. Sp.
- Venegas, Ingrid, & Salazar Cortés, Nancy, & Segura, Rodrigo, & Morales Novoa, Cristian, & Yunes, Marga (2019). Política de liderazgo ambiental para la comuna de Los Ángeles en el sur de Chile: aguas para múltiples infraestructuras verdes. *Revista Territorios y Regionalismos*, (1), pp. 1-26.
- Vera Rebollo, J. F., Olcina Cantos, J., & Sainz-Pardo Trujillo, A. (2019). La Incorporación de la Infraestructura Verde en la Ordenación Territorial. El Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del Litoral de la Comunidad Valenciana, PAVITEL. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, pp. 467-490.
- Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, & A. Kinzig. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social ecological Systems. *The Resilience Alliance*. Sn. Sp.
- Waterhed Management Group. (2012). Infraestructura Verde para Comunidades del Desierto Sonorense. *Waterhed Management Group*. Versión 1.2, Sp.
- Winchester, Lucy (2006). Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y El Caribe. *EURE*, XXXII (96), pp.7-25. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19609602>
- WWF. (2012). The Lower Danube Green Corridor. *Conservation*, Sn, pp. 1 - 2.
- Zumelzu Scheel, A. (2016). Forma urbana y sostenibilidad: pasado, presente y desafíos. Una revisión. *Revista AUS*, Vol. 20. pp. 77-85. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281750069012>
- Zúñiga I. & Libys M. (2018). Resiliencia urbana ante inundaciones por intensas lluvias en contribución al desarrollo urbano equilibrado. *Arquitectura y Urbanismo*. Vol. XXXIX, Núm. 1, pp. 39-50.

