



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Arquitectura - Licenciatura en Urbanismo

**Integración de los humedales al
desarrollo urbano sostenible de las
ciudades. El caso del humedal urbano
Tláhuac-Xico en la ZMVM**

TESIS

Quien para obtener el grado de

Urbanista

PRESENTA

Armando Uriel Ramos Cruz

DIRECTORA DE TESIS

Mta. Gabriela Wiener Castillo

SINODALES

Mta. Daniela Barrañon Gallardo

Dra. Celia Elizabeth Miguel Caracheo

Mto. Sergio Armando Flores Peña

Urb. María Teresa Guzmán Sánchez



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice

Índice de Figuras	3
Índice de Tablas	3
Índice de Gráficos	4
Índice de Mapas	4
Agradecimientos	6
Introducción	9
Origen del problema de investigación.....	9
Justificación o relevancia (validez)	13
Planteamiento del problema de investigación y su delimitación.....	14
Hipótesis.....	15
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos particulares.....	15
1. Los humedales urbanos en las metrópolis sostenibles	18
1.1. Expansión de las metrópolis y sus impactos socioambientales.....	18
1.2. Hacia una planeación urbana sostenible y los ODS 2030	24
1.2.1. Desarrollo urbano sostenible y los ODS 2030	25
1.2.2. Servicios Ecosistémicos	28
1.2.3. Soluciones Basadas en la Naturaleza y su relación con la Infraestructura Verde	29
1.3. Humedales urbanos, sociedad y paisaje	34
1.3.1. Humedales.....	34
1.3.2. Humedales Urbanos	37
1.3.3. Situación de los humedales en México	40
1.4. Conclusiones	42
2. Marco metodológico	45
2.1. Etapa 1. Situación actual de perturbación del Humedal Urbano.....	45
2.1.1. Definición del caso de estudio.....	45
2.1.2. Delimitación del humedal urbano por medio de SIG	46
2.1.3. Análisis multitemporal de la superficie urbana versus la superficie del humedal.....	47
2.2. Etapa 2. Los humedales en las dinámicas urbanas y paisajísticas.....	47
2.2.1. Análisis de contenido de los instrumentos de planeación	47
2.2.2. Identificación de las dinámicas urbanas	48
2.2.3. Reconocimiento de los humedales en la percepción social	50
2.3. Propuestas de integración de humedales al desarrollo urbano	52
2.3.1. Mapa de Aptitud Territorial de un desarrollo urbano sostenible.....	52

2.3.2.	Proyectos y acciones desde la planeación urbana sostenible	55
2.3.3.	Laboratorio Vivo del Humedal.....	55
2.4.	Resultados de la metodología.....	55
3.	Condición actual del humedal urbano Tláhuac-Xico	59
3.1.	Caso de estudio	59
3.1.1.	Visita de campo.....	63
3.2.	Crecimiento histórico del humedal y el entorno urbano	76
3.3.	Vinculación de las dinámicas urbanas con el ecosistema	81
3.3.1.	Estructura urbana recreativa y cultural.....	81
3.3.2.	Actividades económicas	86
3.3.3.	Infraestructura	90
3.3.4.	Distribución poblacional	92
3.3.5.	Características de las viviendas.....	95
3.3.6.	Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU).....	99
3.4.	Breve revisión de los instrumentos de planeación urbana.....	102
4.	Actores sociales involucrados con el Paisaje del Humedal.....	109
5.	Recomendaciones para la integración y recuperación del humedal urbano Tláhuac-Xico en el desarrollo urbano sostenible de la ZMVM.....	113
5.1.	Aptitud territorial para el Desarrollo Urbanos Sostenible.....	113
5.2.	Recomendaciones y estrategias para lograr un desarrollo urbano sostenible a escala local	118
5.3.	Laboratorio Vivo del Humedal	122
5.3.1.	Título del proyecto	123
5.3.2.	Título descriptivo del proyecto.....	123
5.3.3.	Video	123
5.3.4.	Visión y objetivos del proyecto.....	124
5.3.5.	Problema que resuelve	124
5.3.6.	Solución y beneficios	125
5.3.7.	Motivación del proyecto.....	131
5.4.	Conclusiones	133
	Conclusiones generales	135
	Referencias bibliográficas.....	139
	Anexos	151

Índice de Figuras

Figura 1 Riesgos para la salud en los entornos urbanos.....	21
Figura 2 Impactos socioambientales por la expansión urbana	22
Figura 3. Ejes de la sostenibilidad en la Nueva Agenda Urbana 2020	26
Figura 4. Objetivos del Desarrollo Sostenible 2030	27
Figura 5. Clasificación de los Servicios Ecosistémicos	29
Figura 6. Enfoques de las Soluciones Basadas en la Naturaleza.....	31
Figura 7. Soluciones Basadas en la Naturaleza en el Desarrollo Urbano	32
Figura 8. Elementos de la Infraestructura Verde.....	33
Figura 9. Servicios Ecosistémicos que proporcionan los humedales.....	36
Figura 10. Servicios ecosistémicos de los humedales urbanos	39
Figura 11. Atributos ambientales empleadas en los modelos de aptitud territorial	54
Figura 12. Imagen del canal en el Sitio 4 Zona poca profunda del humedal	66
Figura 13. Válvula de bombeo en el Sitio 4 Zona poca profunda del humedal	66
Figura 14. Canal carretero entre el asentamiento informal y la vialidad fronteriza	67
Figura 15. Cuerpo de agua del humedal con vista hacia Tláhuac	67
Figura 16. Pozo de agua de CONAGUA en el Sitio 3 Zona profunda del humedal.....	68
Figura 17. Zona agropecuaria en el Sitio 3 Zona profunda del humedal	69
Figura 18. Islotes en el Humedal Tláhuac-Xico.....	69
Figura 19. Subdivisiones con concreto y maya ciclónica en la zona profunda del humedal	70
Figura 20. Sistema lagunar sobre la carretera Tláhuac-Chalco.....	71
Figura 21. Humedal de San Andrés Mixquic.....	72
Figura 22. Ojo de agua seco en el Humedal San Andrés Mixquic.....	73
Figura 23. Zona de cultivos y el humedal de San Andrés Mixquic	74
Figura 24. Diagrama de la evolución de la superficie del humedal urbano Tláhuac-Xico	77
Figura 25. Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 que promueve el proyecto	124
Figura 26. Fases de acción del Laboratorio Vivo del Humedal	125
Figura 27. Fase Reconectar agua, tierra y sociedad	126
Figura 28. Fase Rehabilitación del humedal y sus orillas	127
Figura 29. Beneficios de la integración del humedal a la ciudad.....	128
Figura 30. Laboratorio Vivo del Humedal y sus dinámicas regionales	130
Figura 31. Imagen objetivo del Humedal urbano Tláhuac-Xico.....	131

Índice de Tablas

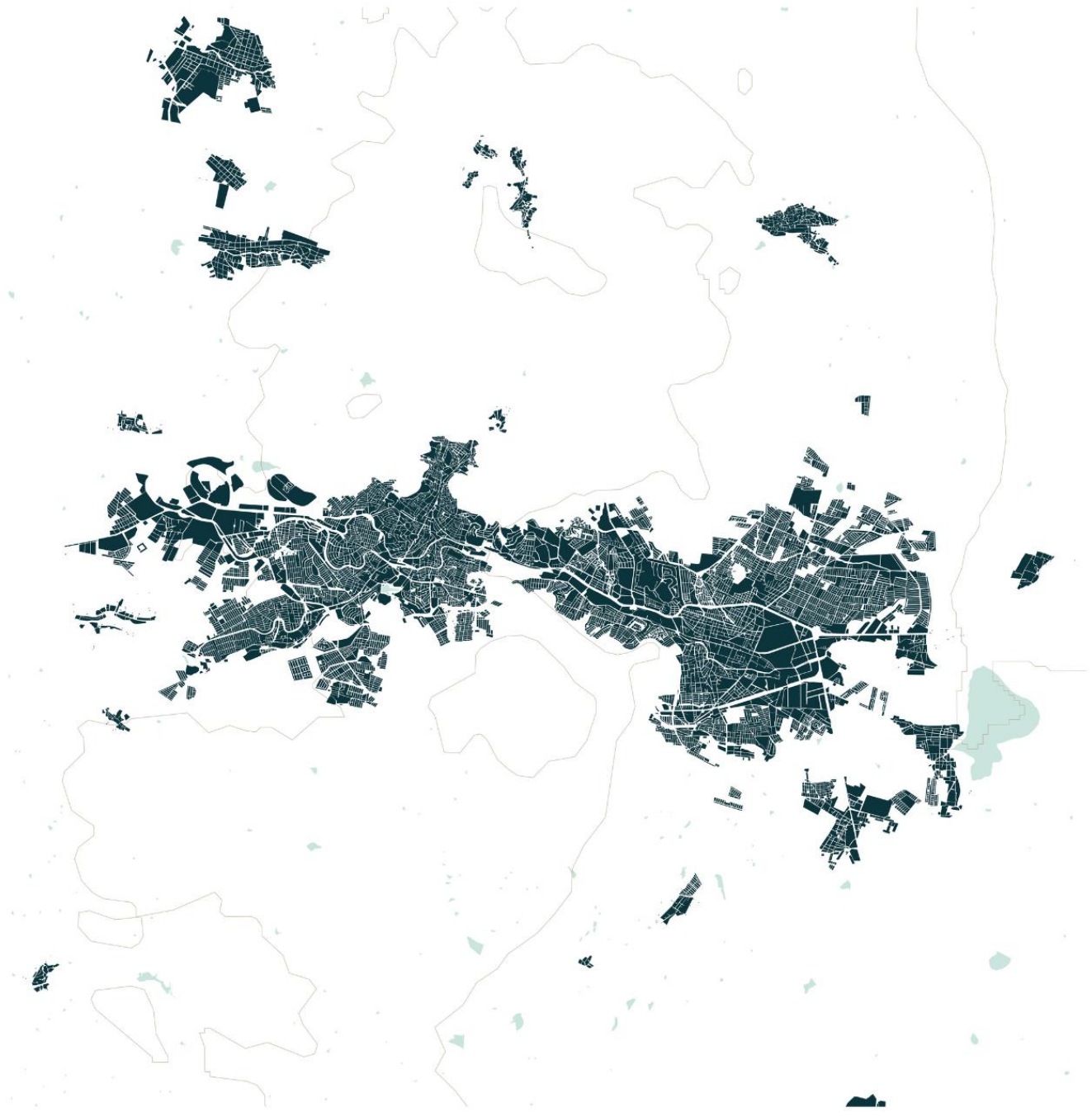
Tabla 1 Principales actividades que contribuyen al deterioro de los humedales	11
Tabla 2 Metodología Cuantitativa.....	56
Tabla 3 Metodología Cualitativa.....	57
Tabla 4 Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de las superficies analizadas	79
Tabla 5 TCMA de la zona de estudio.....	79
Tabla 6 Unidades económicas por sector en la Zona de Estudio	87
Tabla 7 Características de producción agrícola y chinampera en la zona de estudio.....	89
Tabla 8 Tipos de infraestructura existente en la Zona de Estudio	91
Tabla 9 Generación de RSU en la Zona de Estudio.....	100
Tabla 10 Superficie de los rubros de la aptitud territorial sostenible en la Zona de Estudio	114

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Costos asociados a la degradación ambiental en México	22
Gráfico 2 Crecimiento de la población de la zona de estudio en 1990, 2000, 2010 y 2020	79
Gráfico 3 Superficie de espacios de recreación al aire libre en la Zona de Estudio.....	81
Gráfico 4 Equipamientos educativos en la Zona de Estudio.....	83
Gráfico 5 Equipamientos culturales en la Zona de Estudio	85
Gráfico 6 Pirámide Poblacional	93
Gráfico 7 Número de viviendas sin agua potable en la Zona de Estudio.....	96
Gráfico 8 Número de viviendas sin drenaje en la Zona de Estudio	96

Índice de Mapas

Mapa 1 Recreación artística del Gran Lago de Texcoco de 1519.....	60
Mapa 2. Extensión de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2020.....	61
Mapa 3. Ubicación de la Zona de Estudio en la ZMVM	63
Mapa 4. Ubicación de los sitios por visitar en el recorrido.....	64
Mapa 5. Problemáticas del Humedal urbano Tláhuac-Xico.....	75
Mapa 6. Superficie del Humedal urbano Tláhuac-Xico y la zona urbana en 1990.....	78
Mapa 7. Superficie del Humedal urbano Tláhuac-Xico y la zona urbana en 2022.....	78
Mapa 8. Calidad de agua del Humedal urbano Tláhuac-Xico	80
Mapa 9. Espacios públicos y áreas de recreación en la Zona de Estudio.....	82
Mapa 10. Equipamientos educativos en la Zona de Estudio.....	84
Mapa 11. Ubicación de los equipamientos culturales en la Zona de Estudio	86
Mapa 12. Principales concentraciones de actividad económica en la Zona de Estudio.....	90
Mapa 13..Infraestructura existente en la Zona de Estudio	92
Mapa 14. Densidad poblacional en la Zona de Estudio	94
Mapa 15. Grado de marginación por colonia en la Zona de Estudio	94
Mapa 16. Distribución de las viviendas habitadas sin agua potable en la Zona de Estudio	97
Mapa 17. Distribución de las viviendas habitadas con tinaco en la Zona de Estudio	97
Mapa 18. Distribución de las viviendas habitadas con cisterna en la Zona de Estudio	98
Mapa 19. Tiraderos de residuos sólidos urbanos en la Zona Urbana.....	101
Mapa 20. Plano de divulgación E-03 del PDDU de Tláhuac (2008)	104
Mapa 21. Plano de divulgación E-02 del PMDU de Valle de Chalco Solidaridad	105
Mapa 22. Diagnóstico Integral de la Zona de Estudio	107
Mapa 23. Subunidades de Paisaje identificadas en la Zona de Estudio	109
Mapa 24. Relación de Actores y la interacción con las Subunidades de Paisaje en la Zona de Estudio.....	110
Mapa 25. Aptitud Territorial para el Desarrollo Urbano Sostenible en la Zona de Estudio	115
Mapa 26. Aptitud Territorial para Bienes y Servicios Ambientales en la Zona de Estudio.....	116
Mapa 27. Recomendaciones para integrar el Humedal urbano Tláhuac-Xico al desarrollo urbano sostenible de la zona de estudio	120



Zacatecas, Zacatecas

Agradecimientos



Agradecimientos

Agradecimientos especiales:

Agradezco a la profesora Flora quién me inspiró a seguir un tema de ámbito urbano sostenible, y cuya sabiduría queda plasmada en mi mediante este proyecto el cual posibilita metrópolis más sostenibles.

Agradezco a mis tutoras, Gabriela y Daniela, que aunque les cambie mi tema de investigación me apoyaron sin más con palabras alentadoras y observaciones de calidad para ser el primer Urbanista en tocar estos temas en México.

Agradezco el apoyo infinito y la comprensión de Elizabeth Caracheo, quien siempre me entusiasmo y me dió tiempo para comprender mejor mi tema de investigación.

Agradezco a Sergio Flores quién con sus sabias palabras siempre me motivo en sus clases, y quién sin más, decidió apoyarme en la última parte con sus observaciones de calidad.

Agradezco a Héctor Rodríguez por ser más que mi primer jefe en temas urbanos, ser una guía en varias aristas de la vida profesional, además por darme el tiempo necesario para permitirme experimentar terminar este documento, y por darme la oportunidad que tanto esperaba desde hace tiempo, de demostrar mis habilidades profesionales.

Agradezco a mis amigas Oriana, Andrea, Julia, y Mariela, quienes con sus conocimientos, risas, y conversaciones me impulsaron a encontrar algo en mi que no sabía que existía, les agradezco por ser mi equipo para el CLIMATÓN 2022.

Agradezco a Yvvone Dávalos quién nunca dudó de la puesta en marcha del Laboratorio Vivo del Humedal y quien buscó llevarlo a todos los lados posibles, Yvvone gracias por motivar a más.

Gracias a Odette quién con sus habilidades y sabidurías en temas de paisaje aportó a este documento tiempo y energía para que se terminara un análisis indispensable.

Agradezco a mis amigos de Urbanismo, Aura, Vania, Karen, Lalo, Uriel, Víctor y Brayan quienes hicieron de la trayectoria académica más amena, llena de risas y conversaciones. También agradezco a Fer Fernández, quien siempre con su alegría me motivo a seguir este anhelo, a Alexis, por ser master en los SIG para mí, a Fernanda y Omar, porque juntos ganamos el maratón y me enseñaron desde sus perspectivas lo que se requiere en un equipo de trabajo.

Agradezco también a aquellas personas que me han inspirado para descubrir aspectos de la vida que me han servido para mejorar y ponerle más empeño a mis sueños; gracias Hazzel Mozo, Ismael Quintero, Mariana Monroy, Karla Díaz, Rodrigo Carreño, Joel Medino, Jaco Núñez y Eduardo A.

Agradecimientos desde el corazón:

Agradezco a Beto por su amistad y quién en los tiempos difíciles me dió el impulso necesario, quién me enseñó a ser un poco más disciplinado con su ejemplo, y quién siempre inspiró con su dinamismo.

Agradezco a José por su amistad, y que en tiempos complejos estuvo ahí, ayudándome a asemejar todo lo que era nuevo para mí y mi corazón, además de compartir risas y aventuras durante la carrera.

Agradezco a Erick por la amistad de casi 10 años y demostrarme que a veces es mejor no complicarnos y sólo ser perseverante, además de buscar lo que nos hace ser feliz en cosas simples.

Con cariño agradezco a Alejandra Santos quién con su paciencia, buen humor, pero sobretodo su buen corazón, estuvo ahí para apoyarme y pasar tiempo de calidad, además de impulsarme a terminar la última parte de esta investigación.

Agradezco también en memoria a mis abuelas, las cuales siempre me motivaron en su existencia y me enseñaron parte del potencial que reconozco en mí.

Agradecimientos desde el alma:

Agradezco a mi hermana y hermano, Amanda y Alonso, por ser quienes son y por enseñarme el rol que cubro yo con ellos. Por darme la alegría en la vida para ser yo. Gracias por confiar en mí, y por motivarme con las miradas y con esas palabras de consuelo cada que las necesitaba.

Especialmente agradezco el ahorro de tiempo y dinero que me dieron mis padres, Armando y Ana, para ser el primero en la familia con estudios universitarios, este grado es de ustedes también, reconozco todo el esfuerzo que han hecho para cumplirlo, por todas las palabras de confianza y por su abrazo en tiempos de estrés. Gracias, es de ustedes.

Y por último, con mucho cariño al Uriel de 17 años que jamás supo hasta qué grado íbamos a cumplir con ese plan de vida, y ahora que lo terminé, se lo dedico, me lo dedico.

Agradezco a cada persona que estuvo en este proceso. ¡Gracias totales e infinitas!

Paz y mucho amor para todo el círculo.



Mérida, Yucatán

Introducción



Integración de los humedales al desarrollo urbano sostenible de las ciudades. El caso del humedal de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad en la ZMVM

Introducción

Origen del problema de investigación

Actualmente cerca del 60% de la población mundial vive en ciudades y se espera que para el 2035 aumente hasta 62.5%, lo que significa un aumento de 3.47 mil millones de habitantes. Así también, la expansión física de las ciudades aumentó su área en 1.5% anuales entre el periodo de 2000-2015 (ONU HÁBITAT, 2020). El crecimiento de la población urbana, y, por ende, de las ciudades ha sido diferente en las regiones del mundo. En América Latina y El Caribe oscila una población urbana del 80%, misma que se espera un incremento del 10% para el año 2050.

En tal sentido, México ha sido uno de los países con mayor crecimiento de la población urbana, teniendo para el 2020 cerca del 79% de su población localizada en los centros urbanos (INEGI, 2020). De igual manera, el crecimiento urbano de las 74 Zonas Metropolitanas (ZM) existentes en el país, ha sido desigual, siendo la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) la más poblada (CONAPO, 2018). La ZMVM ha tenido una tasa de crecimiento poblacional tendencial del 1.1% en un periodo de 37 años (1980-2017), sin embargo, la tasa de crecimiento anual de la superficie urbana ha aumentado 3.3% en el mismo periodo (ONU HÁBITAT, 2018). Lo que indica que la ZMVM ha crecido tres veces más en superficie que en población.

Cabe señalar que la expansión urbana de las zonas metropolitanas en México ha sobrepasado la capacidad de los gobiernos locales en la planeación de los asentamientos humanos generando fenómenos de segregación socioespacial, asentamientos informales y amplias zonas periurbanas con deficiencias en la cobertura y calidad de áreas verdes, equipamiento urbano, transporte, espacios públicos y otros servicios públicos como la gestión de residuos sólidos, entre otros (SEDATU, 2021).

Por otro lado, el incremento de la población en las ciudades trae consigo un aumento en el requerimiento de recursos naturales para su función, transformando los entornos naturales. Asimismo, las ciudades se han concentrado en zonas adyacentes a las regiones de *hotspots* (puntos calientes) de diversidad biológica, mismos que han presentado disminución en su biodiversidad (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB), 2012). Aunado a esto, el crecimiento urbano se

produce en un contexto de cambio climático, dentro del cual las actividades que se desarrollan en las ciudades también son parte de dicho fenómeno (ONU-HÁBITAT, 2019).

Otro aspecto de relevancia es que el aumento de la superficie urbana revela el crecimiento de expansión horizontal y disperso de las ciudades, el cual transforma negativamente a los ecosistemas mediante el cambio de uso de suelo, lo que provoca la reducción de las zonas de recarga de acuíferos, la pérdida de la biodiversidad, el deterioro de los hábitats naturales mediante la deforestación, erosión e improductividad de suelos, sumándole así la ocupación de suelos en zonas de conservación o zonas de riesgo ambiental (Palomeque de la Cruz, Galindo Alcantara, Sánchez, & Escalona Maurice, 2017; SEDATU, 2021).

Lo anterior no es alejado de la realidad, pues en el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (2012) indica que la expansión fragmentada y dispersa de esta metrópoli coloca en situaciones de riesgo y vulnerabilidad ambiental a la población, además de que ejercen fuertes presiones hacia las Áreas Naturales Protegidas, el Suelo de Conservación, y las zonas agrícolas en ella, afectando las condiciones naturales de los ecosistemas y en especial, y con mayor peso, a los acuíferos.

No obstante, en paralelo al crecimiento de las ciudades, el 64% de los ecosistemas de humedales en el planeta han disminuido, siendo la región de América Latina y El Caribe la que mayor superficie ha perdido (WWF, 2018; Rojas, 2020). Y aunque los principales humedales que han sido catalogados como sitios Ramsar mantienen su superficie y estado de conservación, los que se encuentran en cercanía a las ciudades siguen en constante presión por la urbanización (Rojas C., 2020).

De acuerdo con el cuadro 1, las principales amenazas que han estado perturbando y deteriorando a los ecosistemas de humedales a lo largo del periodo de 1900- a la fecha son por la expansión urbana, el cambio de uso de suelo para actividades del sector primario, además de la transformación de valores de la sociedad en relación con estos ecosistemas (WWF, 2018; GIEH, 2009).

Las consecuencias de estas acciones sobre los humedales son la alteración de su estructura y la pérdida de funciones ecológicas y ambientales, contaminación del agua superficial y subterránea, contaminación del suelo, alteración del ciclo hidrológico local, la pérdida de la biodiversidad e incluso la pérdida de la calidad paisajística (GIEH, 2009).

Tabla 1 Principales actividades que contribuyen al deterioro de los humedales

Explotación de Recursos Naturales	Actividades económicas	Actividades urbanas	Prácticas sociales
Grandes cambios de uso de suelo	Extensión de las actividades agrícolas y agropecuarias	Expansión de la superficie urbana	Pérdida de valores tradicionales
Extracciones de grandes cantidades de agua	Falta de inversiones en la protección de zonas de alta biodiversidad	Descarga de residuos domésticos en estos cuerpos de agua	Introducción de especies exóticas
Alteración de los ciclos hidrológicos de una región	Políticas de desarrollo económico derivado o incluidos en los instrumentos de planeación	Rellenado de los cuerpos de agua para la construcción de infraestructura urbana	

Fuente: Elaboración propia y adaptada con base en Departamento de Estudios, Extensión y Publicaciones, (2017), Grupo de Investigación sobre Ecología de Humedales (GIEH), (2009), y Ramsar, (2014)

Sin embargo, como lo documenta la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2021) en el cortometraje *Importancia de los humedales*, los humedales son ecosistemas de transición entre el agua y la tierra, situados en terrenos que se inundan temporal, permanente o recurrentemente por agua superficial o subterránea. Son, además, un centro de diversidad biológica, son hábitats que captan y limpian el agua, regulan inundaciones, abastecen el riego para la agricultura y proporcionan oportunidades para la recreación.

Por otra parte, las características benéficas que traen los humedales a las metrópolis no habían sido divulgadas hasta el 02 de febrero del 2018 (día mundial de los humedales) donde con el propósito de hacer conciencia sobre los impactos del crecimiento de las ciudades sobre los humedales se incorpora la concepción de los humedales urbanos (Convención sobre los Humedales Ramsar, 2018). Aunado a lo anterior, la creación reciente de una ley en la República de Chile específicamente para tratar los humedales urbanos pone en relevancia la importancia de cuidar estos ecosistemas absorbidos por el crecimiento urbano y destaca cómo estos hábitats pueden ser incorporados en los instrumentos de planeación en la región latinoamericana (Rojas C., 2021).

Con la visión anterior, se presenta una oportunidad para recuperar estos ecosistemas y poder contribuir con los propósitos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y para el caso

mexicano con los Objetivos Prioritarios de la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT), mejorando y construyendo metrópolis más sostenibles y habitables para las personas como lo marca el derecho a la ciudad establecido de manera general por ONU-Hábitat.

En síntesis, el crecimiento urbano es un fenómeno que estará presente en los próximos años, cuyas actividades también tendrán un aumento, por lo que se requerirán más recursos naturales para solventar su funcionamiento. No obstante, las ciudades y sus modelos de desarrollo se encuentran en un contexto de cambio climático, por lo que se requiere de acciones que contribuyan a la regeneración de ambientes naturales, a un manejo adecuado de los elementos naturales, a la disminución de la pérdida de biodiversidad y diversidad cultural, así como tratar de reducir a cero la contaminación al medio ambiente.

La Zona Metropolitana del Valle de México, es una de las metrópolis con mayor crecimiento en el país, y con mayores problemáticas ambientales por el crecimiento poblacional y la expansión física que ha tenido, por lo que requiere de cantidades ingentes de insumos (recursos naturales) para su subsistencia, lo que ha afectado el entorno natural que le rodea, constituyendo así fuertes presiones y cambios paisajísticos a los ecosistemas y hábitats naturales que aún existen y que se encuentran próximos o dentro de ésta (PUEC, 2012).

Asimismo, la pérdida de los ecosistemas de humedales es un hecho que ha sucedido al mismo tiempo que han crecido las ciudades en el territorio, siendo parte deterioro ambiental, de la baja calidad de vida, la falta de oportunidades laborales y económicas, y la pérdida del valor paisajístico¹ del entorno natural. Por lo que es importante su rescate e integración en los marcos de planeación para evitar una mayor pérdida de estos hábitats y lo que esto conlleva, pues como lo ha reiterado la Dra. Carolina Rojas en *Humedales urbanos, una oportunidad para ciudades más sostenibles* (2020), “no basta el nombramiento como sitios Ramsar para su conservación”, sino que urgen estrategias y acciones para rescatarlos.

México siendo parte de la región de América Latina y El Caribe puede tomar como ejemplo los casos de éxito de la República de Chile para asegurar un mayor cuidado de los humedales urbanos en el territorio, y al mismo tiempo, cumplir con diferentes metas establecidas internacionalmente en los ODS 2030 y por políticas nacionales de ordenamiento territorial como la ENOT, cuyo propósito

¹ El valor paisajístico, en este caso, no sólo se refiere a la calidad escénica del entorno, sino también a la calidad de las relaciones simbólicas entre las personas y la naturaleza

principal es integral al territorio a través de Sistemas Urbanos-Rurales tomando como elemento a priori los aspectos naturales y físicos del territorio.

Por último, los humedales no son baldíos o terrenos en potencia para rellenar e incorporarse al desarrollo urbano como espacios vacíos sin uso, sino deben incorporarse como ecosistemas que albergan vida y forman parte de los procesos biológicos y físicos de un lugar, por lo que es importante no sólo la conservación de dichos hábitats, sino también la incorporación activa y sostenible de los mismos al desarrollo social, económico, natural y urbano de las ciudades.

Justificación o relevancia (validez)

La importancia del tema que se presenta en la investigación radica en que los tópicos tratados son parte de las acciones prioritarias para alcanzar las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030, con mayor atención en el objetivo 11; Ciudades y Comunidades Sostenibles. Pone relevancia en las formas de integrar los ecosistemas naturales a entornos urbanos, logrando metrópolis más sostenibles.

Los humedales urbanos son ecosistemas recientemente nombrados (Ramsar, 2018), por lo que la implementación de este concepto en la planificación urbana del país puede ponerlos como eje del desarrollo urbano sostenible. Además de constituirse en una base para un manejo adecuado de estos ecosistemas con las dinámicas urbanas. En otras palabras, es una oportunidad para integrar y enlazar los instrumentos de planeación de asentamientos humanos y de ordenamiento territorial cumpliendo con diferentes objetivos prioritarios de la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT).

Por otro lado, el camino hacia la regeneración y conservación de los humedales urbanos necesita articular esfuerzos colectivos que reúna a la sociedad, a la academia, a la administración pública y al sector económico privado para construir propuestas desde la perspectiva de la comunidad significando una oportunidad para mejorar la participación de la sociedad en la planeación de las ciudades. En tal sentido, el proyecto considera como aspecto central la vinculación de la población de su entorno urbano y paisajístico; para formular propuestas de mejoramiento de los humedales.

También, la consideración de un caso de estudio de escala metropolitana en la principal ciudad del país pone en relieve la magnitud del problema abordado. Además de lograr una trascendencia en el ámbito de los instrumentos de planificación, pues lo que se promueve es la integración activa, y no sólo de conservación, de los humedales a las dinámicas urbanas y sociales de la Zona Metropolitana del Valle de México ZMVM.

Por último, es significativo mencionar que el tema parte de una visión multi y transdisciplinaria, pues el desarrollo de la investigación tomará en cuenta los diferentes ámbitos que están involucrados en el problema, los cuales abarcan desde el análisis de actores, los conceptos ecológicos y biológicos de los ecosistemas, así como los instrumentos de planeación territorial, juntándolos todos en una propuesta de mejoramiento y rehabilitación del humedal Tláhuac-Xico, misma que se desarrolló a la par en el concurso del Climatón, 2022, de la UNAM y que forma parte de este proyecto de investigación.

Planteamiento del problema de investigación y su delimitación

El presente proyecto de investigación pretende aportar al conocimiento estrategias de integración de los humedales al Desarrollo Urbano Sostenible (DUS) para lograr que los habitantes se reconecten² con su entorno físico, cultural, ambiental y urbano, con especial atención en el humedal de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad de la ZMVM.

Para lograr el cometido anteriormente planteado se parte de una pregunta fundamental, la cual es:

¿Cómo integrar el humedal de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad al desarrollo urbano sostenible de la ZMVM?

En apoyo a la pregunta central, las preguntas secundarias pertinentes son:

- ¿Cuáles y cómo se han dado las condiciones actuales de perturbación del humedal de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad?
- ¿Cómo se concibe al humedal Tláhuac-Xico en los instrumentos de planeación local de desarrollo urbano de las demarcaciones territoriales de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad?
- ¿Cuál es la percepción de la ciudadanía sobre los humedales?
- ¿Qué recomendaciones o estrategias se pueden plantear para que los humedales sean un espacio de integración social en las ciudades, y cómo medir sus beneficios en el desarrollo urbano sostenible de la ZMVM?

² Se hace referencia al hecho de que históricamente la mayoría de las personas que han vivido en entornos urbanos han ido disminuyendo su interacción con la naturaleza afectando el significado de su valor en la vida cotidiana

Hipótesis

Los ecosistemas de humedales pueden ser incorporados al desarrollo urbano sostenible de las ciudades como infraestructura verde y espacios de integración social, biodiverso y con beneficios ecosistémicos, a partir de su reconocimiento y valoración paisajística por la población, además de su contemplación en los instrumentos de planeación urbana inmersos en el territorio.

Objetivos

Objetivo general

Explorar y proponer una serie de estrategias para integrar de manera activa el humedal urbano de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad al desarrollo urbano sostenible de la Zona Metropolitana del Valle de México, y que éste se convierta en un espacio de integración social para su conservación, preservación y restauración.

Objetivos particulares

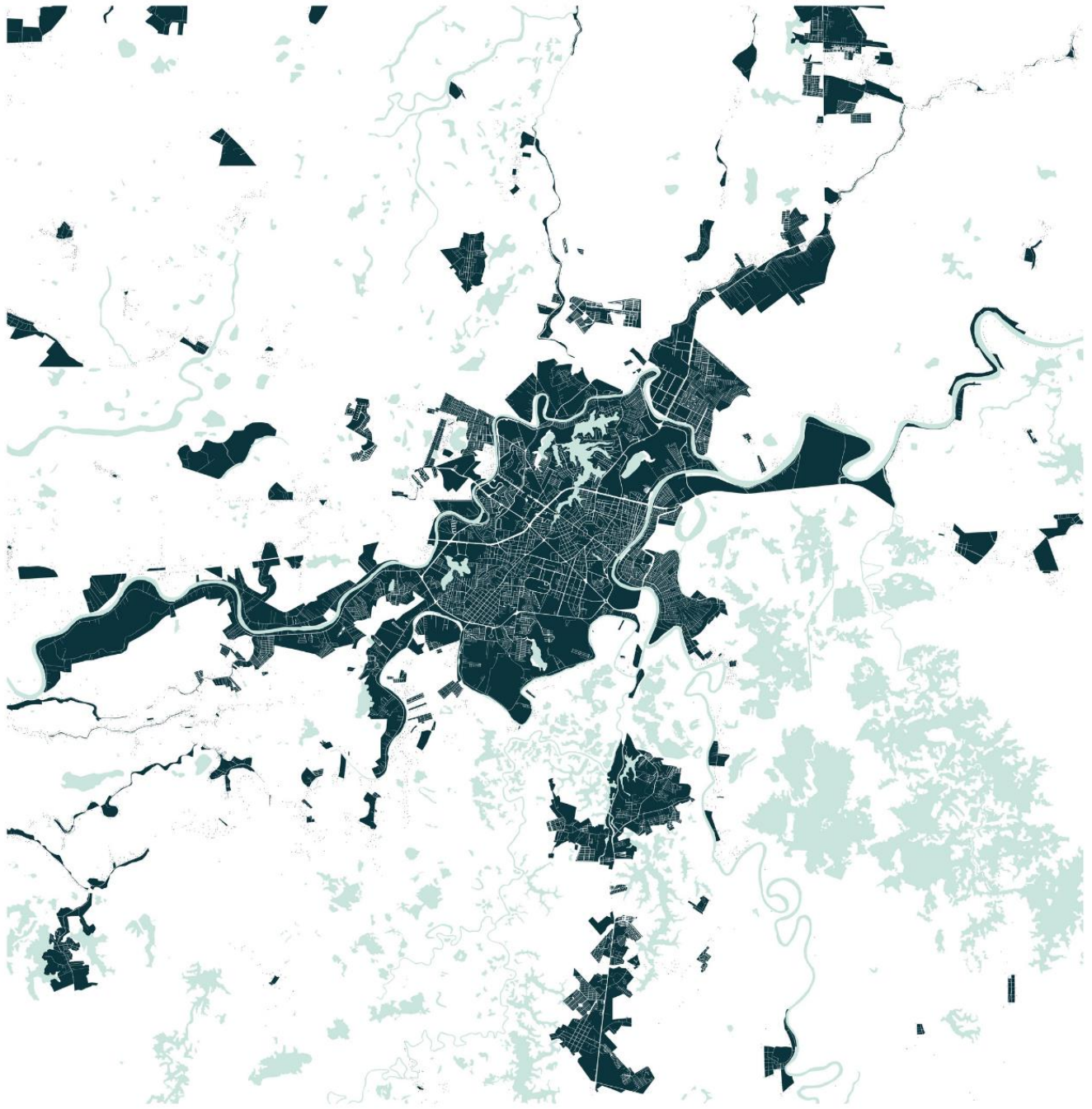
- Identificar y analizar cuáles son las condiciones actuales de perturbación de los humedales de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad
- Identificar la presencia del humedal en los instrumentos de planeación local de desarrollo urbano de las demarcaciones territoriales de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad
- Explorar alternativas para que los humedales se conviertan en espacios de integración social, haciendo el papel de la participación de la población crucial para su conservación, preservación, restauración
- Plantear una serie de recomendaciones de integración de los humedales al DUS

Para lograr el desarrollo de las preguntas esta investigación se divide en tres grandes apartados;

El primero es el marco teórico, donde se aborda la problemática de la expansión urbana y sus impactos socioambientales. También se aborda que el Desarrollo Urbano Sostenible se puede lograr con la incorporación de las Soluciones Basadas en la Naturaleza y la Infraestructura Verde, además de la participación social. Y de igual manera, en este apartado se definen a los humedales urbanos y se identifican sus principales servicios ecosistémicos para poder relacionar la idea de que estos ecosistemas pueden contribuir a la disminución de los efectos negativos del cambio climático y a mejorar las condiciones de habitabilidad y accesibilidad a espacios públicos en las metrópolis.

El segundo apartado que es sobre la metodología se detalla los procesos y acciones llevadas a cabo para el apartado de los resultados, se distingue entre la metodología cualitativa y cuantitativa con la intención de abordar una investigación con métodos mixtos.

El tercero es el apartado de resultados, el cual se divide a su vez, en cuatro subtemas: 1) Condición actual del humedal Tláhuac-Xico, 2) Dinámicas urbanas relacionadas con el ecosistema, 3) Actores que se encuentran interesados o relacionados con el humedal, y 4) Propuestas de proyectos para integrar el ecosistema al desarrollo urbano sostenible de la ZMVM.



Villahermosa, Tabasco

Los humedales urbanos en las metrópolis sostenibles

1. Los humedales urbanos en las metrópolis sostenibles

1.1. Expansión de las metrópolis y sus impactos socioambientales

El crecimiento de las ciudades en el mundo ha generado lo que se denomina fenómeno metropolitano o explicadas por la ONU-Hábitat como metrópolis. Las metrópolis se definen como la extensión territorial o área de influencia de los vínculos sociales y económicos que tiene un espacio urbano con sus áreas suburbanas, periurbanas y rurales (ONU HÁBITAT, 2020). Y de acuerdo con el Estado Global de las Metrópolis 2020 de la ONU-Hábitat, en América Latina y El Caribe se concentran 215 metrópolis, de las cuales únicamente seis tienen más de 10 millones de habitantes. Los países con más metrópolis son Brasil, México, Colombia, Argentina, Venezuela y Perú.

Es importante mencionar que el fenómeno de expansión de las metrópolis no es aislado y neutro, sino que es producto de diferentes razones sociales, oportunidades ambientales, políticas territoriales y, en mayor medida, de modelos de desarrollo económico aplicados en las diferentes latitudes y territorios del mundo, tal como se aborda a continuación.

Uno de los principales catalizadores de la expansión de las metrópolis se deriva del modelo económico neoliberal que promueve la globalización, mismo que se implementa por las políticas territoriales en los diferentes países (Cruz Muñoz, 2021; De Mattos, 2002). El modelo económico neoliberal o de apertura comercial, implementado por las políticas de reestructuración en los países de América Latina y El Caribe, tenían como principal objetivo estabilizar la economía incentivando la desregularización y la disminución de participación del sector público en los procesos productivos, sin embargo, profundizaron las desigualdades de la población en los asentamientos humanos produciendo problemáticas sociales y urbanas (Rojas & Torres, 2015; Solis, 2014).

La reestructuración económica impulsa una reconfiguración socio-territorial de las metrópolis, en términos de Saskia Sassen (2007) las metrópolis entran en una estructura sistémica global de ciudades, donde los principales centros urbanos funcionan como un conjunto de nodos y redes (Castells, 2001 citado en De Mattos, 2002). Esta visión sistémica espacial de las metrópolis a nivel global provoca una competitividad territorial, pues promueve que las inversiones de infraestructura y de centros productivos se localicen estratégicamente para integrarse a la red económica global, es decir, que puedan insertarse en la globalización (Rodríguez & Cota, 2001).

En palabras simples, la búsqueda de incorporar a las metrópolis a la red global de ciudades como un nodo, genera que exista inversiones sólo en las metrópolis con mayor potencial para ello,

provocando que la estructura socioterritorial de cierta región de un país se modifique, incentivando no sólo la fragmentación y expansión territorial, sino también las desigualdades sociales en el acceso a la vivienda, infraestructura y fuentes de trabajo.

Por otro lado, las características y capacidades socioeconómicas que causó el modelo económico abierto a la población son, entre muchos, la pérdida de empleos por la automatización de procesos, el abaratamiento de la mano de obra, y el aumento de las actividades informales, generando que la población quedé en una situación económica desfavorable en dónde la pobreza persiste, pese a los intentos por reducirla con los programas sociales implementados en los países. Por, sobre todo, la baja capacidad adquisitiva impide satisfacer las necesidades básicas a la población, entre ellas, la vivienda. (Rojas & Torres, 2015; Estébanez, 1992; García, 2001; Rodríguez & Cota, 2001).

Otro gran rubro de los modelos económicos que provoca la expansión de la metrópolis, es producto de las dos anteriores. Sin embargo, éste mantiene una lógica independiente y se percibe como la renta del suelo urbano que a grandes rasgos construyen de forma teórica David Ricardo y Samuel Jaramillo, entre otros.

No obstante, de acuerdo con la interpretación y reseña de Adriana Parías (2010) sobre la teoría de Jaramillo nos indica que la localización de un inmueble en zonas con mayores servicios (infraestructura, actividades económicas y equipamientos) repercute en el valor del suelo urbano. Tal como se comentaba anteriormente, las inversiones generadas en ciertas zonas de las metrópolis modifican las rentas del suelo urbano y sus valores, provocando precios elevados en las zonas céntricas o mejor dotadas de infraestructura y servicios, volviéndolas inaccesibles para las personas de bajos recursos económicos, fomentando así, entre muchos otros fenómenos, la aparición de asentamientos humanos informales en la periferia y con bajas condiciones de habitabilidad (Padilla & Ribbeck, 2009).

Y aunque este trabajo no profundiza este tema, es pertinente rescatar que lo anterior repercute en la forma de expansión de las metrópolis latinoamericanas (Lungo, 2001), que en términos generales Flores (2011) los cataloga en dos grandes tipos; 1) Urbanismo formal, que son las modalidades por medio de instrumentos de planeación, políticas sociales, y aquellos que son generadas por las instancias gubernamentales, y 2) Urbanismo informal, que se forma a partir de la gestión social a causa de las condiciones de baja capacidad adquisitiva y por pertenecer a sectores informales de la economía, buscando suelo más accesible para construir una vivienda.

Por otro lado, Juan Soto (2015) hace referencia que el territorio se transforma de acuerdo a las actividades de mayor interés, con diversos impactos ambientales negativos como la contaminación, cambio de uso de suelo, y la pérdida de la biodiversidad. En tal sentido, las consecuencias de la expansión urbana a través de la implementación del modelo económico neoliberal no sólo repercuten en las condiciones de infraestructura y valores de suelo en las metrópolis, sino que a la par, repercute de forma negativa en distintas dimensiones ambientales, perjudicando y alterando no sólo a los ciclos ecológicos del entorno natural, sino también a la salud de las personas (Pérez, 2003).

En temas de salud pública, David Satterthwaite (1993)³ menciona que existen siete grandes rubros en los ambientes urbanos que afectan al bienestar y salud de las personas. En la figura 1, se muestran los riesgos para la salud en entornos urbanos, siendo los patógenos biológicos, contaminantes químicos, escasez de recursos naturales, y el riesgo físico, los riesgos de mayor presencia en América Latina y El Caribe. Es entonces indiscutible que la urbanización no planificada aumenta la exposición a factores de riesgo y el aumento significativo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias (SCDB, 2012).

Por su parte, Sol Villegas (2019) nos indica que la expansión urbana genera impactos ambientales negativos variados y a diferentes escalas en cuatro temas: 1) Ocupación del suelo, 2), Cambio de uso, 3) Consumo de recursos, y 4) Emisión de contaminantes y residuos, destacando que la expansión urbana altera el funcionamiento de los ecosistemas y disminuye la cantidad de recursos naturales, ver figura 2.

Lo anterior no es alejado de la realidad, pues de acuerdo con la Estrategia Nacional de Ordenamiento del Territorio (ENOT), 2021, las metrópolis mexicanas han crecido de manera acelerada y dispersa, se comenta además que la superficie urbana aumentó siete veces más entre los años de 1980 y 2010. Lo anterior creó la existencia de deficiencias e incapacidades de los gobiernos locales en la planeación de nuevos desarrollos urbanos y la dotación de servicios públicos, aunando a la brecha de polarización y desigualdad social.

Los fenómenos de polarización y segregación socioespacial, se reflejan en el territorio con la creación de asentamientos humanos en zonas de riesgos naturales con condiciones de rezagos y poca

³ Se toma esta referencia debido a que expresa de manera más amplia los daños causados por las actividades de los entornos urbanos a la salud pública

disponibilidad de áreas verdes, espacios públicos, equipamientos urbanos, transporte e infraestructura necesaria para las dinámicas urbanas (SEDATU, 2021).

De igual manera, se destaca que la expansión física y funcional horizontal de las metrópolis ha promovido el cambio de uso de suelo agrícola a uno de mayor rentabilidad generando la deforestación, desertificación y pérdida de la biodiversidad en diferentes niveles, sin olvidar mencionar el cambio paisajístico que esto conlleva. Además, en el mismo documento se aclara que, aunque no toda expansión ha sido sobre suelo de tierra ejidal, las reformas del régimen agrario de 1992 coadyuvaron a la transformación del suelo agrícola a urbano.

Figura 1 Riesgos para la salud en los entornos urbanos



Fuente: Adaptado de David Satterhwaite (1993)

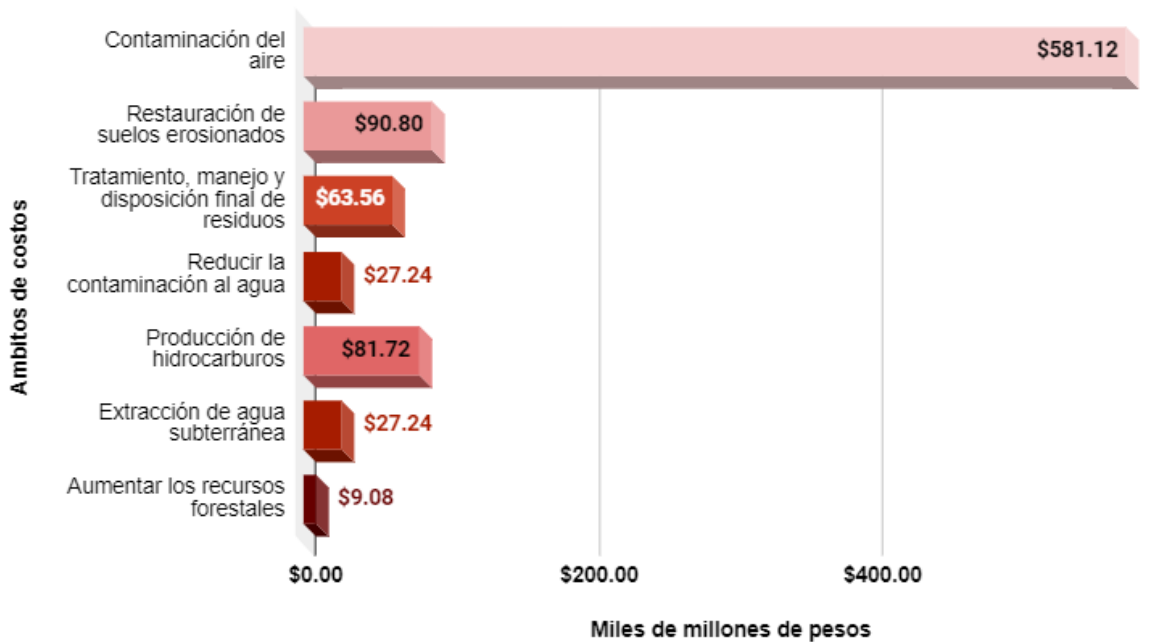
En términos de costos, nos demuestra la ENOT (2021) que la expansión de las metrópolis en México reflejado en la degradación del medio ambiente trae consigo un costo cerca del 5% del PIB, en diferentes rubros tales como: contaminación del aire, restauración de suelos erosionados, tratamiento, manejo y disposición final de residuos sólidos, contaminación del agua, generación de hidrocarburos, explotación del agua subterránea y aprovechamiento de recursos forestales, tal como lo muestra el gráfico 1.

Figura 2 Impactos socioambientales por la expansión urbana



Fuente: Adaptación con base en Sol Villegas, 2019

Gráfico 1 Costos asociados a la degradación ambiental en México



Fuente: Elaboración propia con datos e información de la ENOT, 2021

Por otro lado, a una escala menor, lo que sucede en la Zona Metropolitana del Valle de México, la metrópoli más grande de México (CONAPO, 2015), presenta una serie de problemáticas relevantes en cuanto al tema de impactos socioambientales vinculados con la expansión física urbana de la misma (PUEC, 2012). De acuerdo con el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (POZMVM) del año 2012, esta metrópoli había crecido en un periodo de cinco años (2005-2010) poco más de 18, 000 ha, cuyo patrón de urbanización se dio con un estancamiento de la población en la parte central de la metrópoli, pero con un crecimiento en su periferia generando el fenómeno de expansión.

Asimismo, nos indica que existe un desarrollo económico desigual en la metrópoli. Las zonas de servicios avanzados vinculados a la globalización se localizan en la parte centro-sur y poniente, mientras que el sector de comercio está concentrado principalmente en la zona centro y norponiente de la misma. En cuanto al sector industrial se ubica en las principales vialidades que se dirigen a las entidades federativas del norte, y unas cuantas concentraciones de importancia al centro y sur de la misma. Mientras que, en actividades agropecuarias, se mantiene en la parte sur, pero no se vuelve un polo de desarrollo de interés.

Igualmente, las condiciones sociales están contrastadas en la metrópoli, pues cerca del 34.7% de la población de la ZMVM presenta condiciones de pobreza por ingresos, misma que se ubica generalmente en las entidades administrativas periféricas, en contraste con la población del centro, pues está presenta bajas condiciones de pobreza.

En el tema de los impactos ambientales, nos indica que mantiene una condición de sobreexplotación de los cuatro principales acuíferos, Ciudad de México, Chalco-Amecameca, Texcoco, y Cuautitlán-Pachuca. Sin embargo, se pone en relieve que cerca del 38% del agua dedicada al uso público urbano se pierde por las malas condiciones de la infraestructura hidráulica de la metrópoli. Otro de los impactos ambientales hídricos que ha ocasionado el crecimiento urbano es la contaminación del agua superficial y subterránea, derivado por la baja capacidad de tratamiento de aguas residuales.

Por último, otro de los grandes temas que enfrenta la ZMVM son las grandes áreas susceptibles a las inundaciones, ampliación de ondas sísmicas, deslaves y hundimientos, cuestiones geográficas que son consecuencia de las características de los suelos, potencializando por la baja capacidad organizativa y técnica para enfrentar estos riesgos en la metrópoli (PUEC, 2012).

Con todo lo anterior, se destaca que la expansión de las metrópolis, al menos en la región de América Latina y El Caribe es un producto no sólo de la búsqueda de mayor crecimiento económico, sino que a la par de ello, es causada también por la disparidad de inversiones públicas y privadas de infraestructura en zonas específicas de las metrópolis, proceso que se respalda por políticas territoriales y las tenues gestiones sobre el valor del suelo urbano, así como la baja retribución económica que reciben las personas, lo que conlleva a éstas a la búsqueda de un patrimonio asequible sin importar la distancia y la calidad de su hábitat.

Es interesante, de igual manera, reconocer que las metrópolis mexicanas, y en su ejemplificación la ZMVM, son expresiones que reafirman los postulados teóricos abordados, pues el *statu quo* de esta metrópoli del país está condicionada por los factores abordados, el crecimiento de la población, inversiones públicas y privadas para fomentar el desarrollo económico en zonas específicas, expansión de la superficie urbana con presencia de asentamientos informales y fraccionamientos planificados en la periferia, así como la alteración de los ciclos ecológicos, explotación de los recursos hídricos, y la transformación paisajística.

El continuo crecimiento de las metrópolis y, al mismo tiempo, de sus impactos socioambientales genera la pérdida de la calidad de vida de las personas y de los ecosistemas (SEDATU, 2021). Es ineludible que las metrópolis dejen de crecer con los patrones y condiciones económicas iguales, si bien los marcos económicos no pueden ser modificados, las regulaciones y políticas deben de corregir y evitar el seguimiento de los impactos negativos que trae el desarrollo urbano dentro de este modelo económico.

Es así que, para poder concretar un cambio de paradigma en el modelo de ordenamiento territorial para el fomento económico, la planificación de las metrópolis y del desarrollo urbano debe estar basado en la incorporación y valoración de los recursos naturales, como elementos de integración y no como elementos de explotación, como a continuación se aborda.

1.2. Hacía una planeación urbana sostenible y los ODS 2030

En este apartado se exploran los postulados acerca de cuatro conceptos que se vinculan hacia un cambio de paradigma en la planeación urbana, en donde se posibilita la incorporación activa de elementos naturales como infraestructura verde al desarrollo urbano. En este caso, se abordan en primera instancia los conceptos de desarrollo urbano sostenible y los ODS 2030, después se abordan los temas de servicios ecosistémicos, las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), y el concepto de Infraestructura Verde.

1.2.1. Desarrollo urbano sostenible y los ODS 2030

Como se sabe, el precepto de lo “sostenible” fue abordado de manera institucional e internacional en la Cumbre de la Tierra que se llevó a cabo en Río de Janeiro, Brasil en el año 1992. El precepto indicaba la indignación sobre la situación de explotación de los recursos naturales. Sin embargo, cinco años antes, el informe de Brundtland es el documento que sistematiza y constituye el concepto de sostenibilidad utilizado hasta hoy día, el cual en términos generales dice que, existe un desarrollo sostenible si satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la posibilidad de que las generaciones futuras puedan satisfacer adecuadamente sus necesidades.

De igual manera, el concepto de sostenibilidad es considerada una variable multidimensional, es decir, que trasciende en diferentes temas de las actividades humanas, lo que ha provocado su análisis desde diferentes esferas para crear acciones de mejora ambiental, urbano, social, cultural y económica a escala global y local (Higueras, 2009).

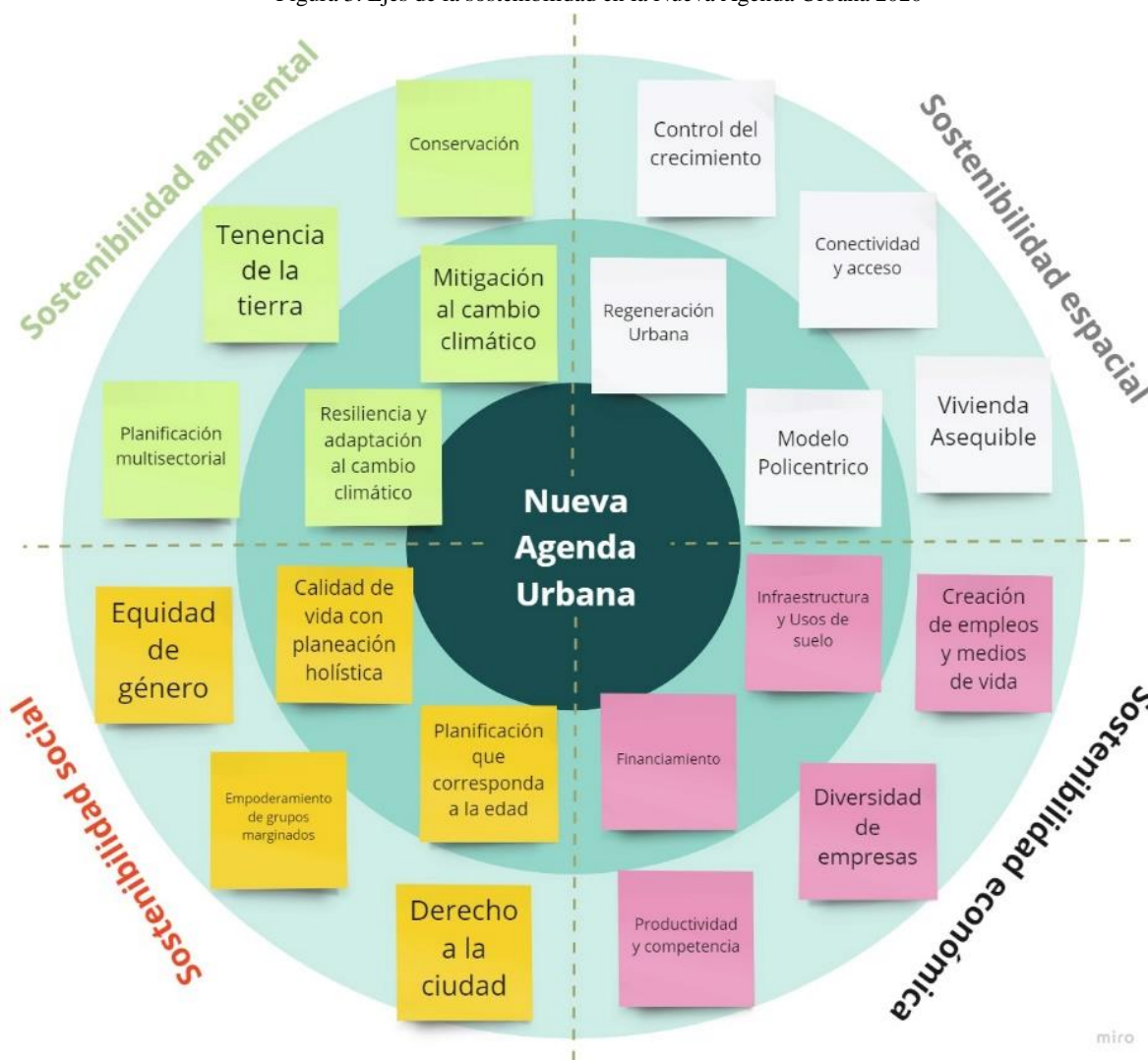
Por otro lado, como lo comenta Ester Higueras (2009), tal concepto “desarrollo sostenible” es contradictorio, pues la sostenibilidad se basa en la reducción del consumo de servicios ecosistémicos de soporte, y el desarrollo, en el ámbito económico, significa lo contrario. No obstante, Rod Burgess (2003) menciona que a partir de la década de los noventa empezaron a generarse políticas respecto al tema, con mayor vigor en los países en desarrollo (principalmente América Latina y El Caribe), lo anterior derivado al patrón disperso de urbanización y a sus condiciones de pobreza, pues ese modelo urbano (expansionista) propicia el calentamiento global, la generación de contaminantes y residuos, y el consumo de recursos naturales en exceso.

Las diversas interpretaciones y demás acuerdos internacionales que se fueron consolidando con la participación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), han constituido que el precepto de “desarrollo sostenible” quede en logro mediante la solución de los problemas de las metrópolis, de mayor urgencia, la desigualdad de oportunidades (Navarrete P., 2017; Burgess, 2003). En otras palabras, el desarrollo sostenible se logra a partir de resolver las problemáticas de desigualdad socioambiental y socioeconómica existentes en las metrópolis.

En tal sentido, los esfuerzos que ha construido la ONU con el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, mejor conocido como “Hábitat”, han podido consolidar las ideas referentes al desarrollo sostenible, logrando así la construcción de dos elementos acordados e importantes internacionalmente para lograr la sostenibilidad en las naciones, La Nueva Agenda Urbana y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030.

En la Nueva Agenda Urbana se toma a la sostenibilidad desde cuatro ejes centrales, los cuales son: social, económica, ambiental y espacial, mismos que se presentan en la figura 3. No obstante, es importante mencionar que estos ejes tienen objetivos específicos, para los cuales se promueven diferentes acciones en materia de política pública y su gestión continua. Es destacable mencionar que la visión de este documento se orienta a mejorar las condiciones ambientales y económicas, equidad y justicia social de las metrópolis, por medio de una planeación y gestión adecuada de recursos económicos y sociales.

Figura 3. Ejes de la sostenibilidad en la Nueva Agenda Urbana 2020



Fuente: Elaboración propia con información de la Nueva Agenda Urbana (2021)

Por lo que se refiere a la constitución de los ODS 2030, estas acciones surgen en el año 2015 con el propósito de mantener quince años de constante trabajo para generar acciones que disminuyan la pobreza, reducir los efectos del cambio climático, mejorar el acceso a la educación, servicios de salud,

lograr la igualdad de género, el cuidado y defensa del medio ambiente, así como el diseño de los espacios en las metrópolis (ONU-Hábitat, 2022). Consta de 17 grandes temas, u objetivos generales, que se complementan con distintos objetivos particulares. El diagrama que se observa en la Figura 4, muestra de manera visual, todas las acciones propuestas. Estas acciones pretenden ser aplicables para todas las naciones con sus respectivas realidades y limitaciones. No obstante, toman mayor relevancia en América Latina y El Caribe la reducción de gases de efecto invernadero, reducir la pobreza multidimensional, disminuir las desigualdades entre países, garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad durante toda la vida para todos, así como el de lograr ciudades y comunidades resilientes, inclusivas, seguras y sostenibles, dichas acciones se encuentran en los objetivos 10, 1, 13, 4 y 11, respectivamente (Navarrete P., 2017).

Figura 4. Objetivos del Desarrollo Sostenible 2030



Fuente: Elaboración propia con información de los ODS 2030

Sin duda, la composición de lo que se puede denominar como “desarrollo urbano sostenible” se encuentra guiado por acciones que aspiran disminuir las condiciones espaciales y ambientales negativas en y para las metrópolis. Es entonces que el Desarrollo Urbano Sostenible (DUS) puede denominarse como un conjunto de estrategias, integradas en las políticas públicas y en los instrumentos de planeación que reducen los efectos negativos de un patrón de urbanización disperso y enfocado a la reproducción del capital, para volver a las metrópolis lugares/hábitats más resilientes, incluyentes y equitativas (Navarrete, 2017).

Hasta aquí hemos entendido un poco sobre el “por qué” del DUS, sin embargo, en los subapartados siguientes se explora alternativas que pueden incorporarse en mayor grado al “cómo” lograr la sostenibilidad en las metrópolis. Y así como la sostenibilidad no puede asegurarse sin la mejora de las condiciones de las metrópolis, tampoco puede asegurarse sin la existencia de la propia naturaleza.

1.2.2. Servicios Ecosistémicos

El pensar en la naturaleza como otro elemento principal de la sostenibilidad nos abre camino a explorar su dinámica para poder integrarla armoniosamente con el fenómeno urbano de las metrópolis, ante ello se explora la vertiente de los bienes y servicios que genera el medio ambiente para la biodiversidad y los asentamientos humanos, con la finalidad de asegurar la sostenibilidad.

De acuerdo con Camacho y Ruiz (2012) el concepto de Servicios Ecosistémicos (SE) al igual que su clasificación es variada, sin embargo, destacan que existe un eje principal entre todas las posibles definiciones, y es que, los servicios ecosistémicos son generalmente aceptados como los beneficios y servicios que obtiene el ser humano de los procesos ecológicos de los ecosistemas.

Por otro lado, los servicios ecosistémicos han empezado a formar parte de la toma de decisiones políticas en materia ambiental a partir de su comprensión económica. El valor económico de los servicios ecosistémicos consta de transferir los beneficios a un valor monetario de un bien ambiental, una metodología que permite estimar los beneficios provistos por un ecosistema (Correa, 2005). Actualmente esta forma de evaluar los bienes y servicios que produce un ecosistema es utilizada y fomentada internacionalmente por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, promovida por la ONU (Camacho & Ruiz, 2012).

La calificación de los SE generalmente aceptada consta de cuatro grandes grupos; Servicios de Soporte, Servicios de Regulación, Servicios de Aprovechamiento, y Servicios Culturales, tal como se muestra en el siguiente diagrama.

Figura 5. Clasificación de los Servicios Ecosistémicos



Fuente: Adaptación por el autor de Camacho y Ruiz, 2012

Desde el punto de vista crítico, la valoración económica de los ecosistemas y sus beneficios y servicios para la humanidad, ha conllevado la disminución de la calidad de dichos hábitats afectando como daño colateral a la biodiversidad (Camacho & Ruiz, 2012). Y aunque los servicios ecosistémicos desde su visión antropocéntrica han sido utilizados como herramienta para mejorar las decisiones de conservación de elementos naturales en las políticas, esta visión no contribuye a la restauración de estos. En tal sentido se recurre al precepto de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) como elemento de sinergia que contribuye a mejorar la calidad de los ecosistemas y puedan beneficiar no sólo a los seres humanos sino también a la biodiversidad en general.

1.2.3. Soluciones Basadas en la Naturaleza y su relación con la Infraestructura Verde

La continua degradación de los ecosistemas que ha causado el crecimiento poblacional y la demanda de recursos naturales no sólo al interior de las metrópolis, sino en el planeta en general, ha conllevado a la alteración de ciclos ecológicos de la naturaleza. Estos hechos nos han llevado a postular ideas y acciones en favor de una mejor gestión de los recursos naturales, tal como lo plantea la sostenibilidad.

Anteriormente se ha abordado el dilema de la conceptualización de los servicios ecosistémicos, precepto que ha ayudado a marcar políticas de conservación de algunos ecosistemas para que sigan generando beneficios a las comunidades. Sin embargo, la visión se queda enfrascada en el análisis de

las transferencias de los costos y beneficios para el ser humano de los valores de elementos naturales, dejando de lado las otras esferas del propio ecosistema tales como el cuidado de la biodiversidad y su calidad como hábitat (Camacho & Ruiz, 2012).

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) son concebidas como un conjunto de acciones y estrategias de protección, gestión sostenible, y/o restauración de los ecosistemas naturales o modificados para contrarrestar la vulnerabilidad social, fomentar la seguridad alimentaria y alcanzar el bienestar humano, en donde la participación social y de los diferentes actores públicos y privados tienen una gran influencia (WWF, 2023; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 2018). Es decir, son una herramienta que coadyuvan al mejoramiento de la calidad de los ecosistemas para mejorar la biodiversidad y, asegurar los bienes y servicios que aprovechan las personas.

De acuerdo con Cohen Shamcham et al. (2016) (citado en Figueroa A., 2020) este concepto no tiene una definición concreta, sino que se produce desde diferentes aproximaciones. Nos comenta, como se muestra en el siguiente diagrama de la Figura 6, que las aproximaciones pueden tenerse desde cinco enfoques; restauración de ecosistemas, enfoque ecosistémico, enfoque de infraestructura, manejo basado en ecosistemas, y protección de ecosistemas.

La amplitud sobre el concepto abordado mantiene lo que para Figueroa A. (2020) denomina multifuncionalidad, una característica que permite resolver los desafíos ambientales y sociales en los contextos urbanos, por medio de la incorporación estratégica de ecosistemas naturales. Asimismo, las SBN deben contener una aplicabilidad y factibilidad económica, por lo que también les permite caracterizarse por el tipo de escala o niveles de resolución desde el ámbito geográfico o de gobernanza (UICN, 2018).

Hasta aquí es pertinente reflexionar que la constitución del concepto de las Soluciones Basadas en la Naturaleza se encuentran estrechamente relacionadas con la preservación de los ecosistemas a partir de acciones guiadas de diferentes actores para el mejoramiento de la biodiversidad por medio de la rehabilitación de ecosistemas degradados, la utilización de recursos naturales eficazmente y posibiliten la obtención continua de bienes y servicios ecosistémicos con la finalidad de mejorar la calidad de vida y disminuir, en gran medida, las vulnerabilidades sociales ante los riesgos naturales y los efectos negativos del cambio climático en los hábitats humanos.

No obstante, aunque las SBN no se limitan a las metrópolis, el hecho de comprenderlas desde diferentes enfoques nos permite implementarlas en los contextos urbanos, periurbanos y rurales, pues estas acciones generan beneficios medioambientales y sociales (Figueroa A., 2020; Marquet, et. al, 2021). Generalmente las SBN urbanas y periurbanas, es decir proyectos, acciones o estrategias que pretenden mejorar la calidad de los ecosistemas para obtener bienes y servicios de adaptación, mitigación ante el cambio climático, así como la reducción de riesgo ante desastres, ayudan a fomentar un desarrollo urbano sostenible y, al mismo tiempo, cumplir con diversos objetivos del desarrollo sostenible (WWF, 2021).

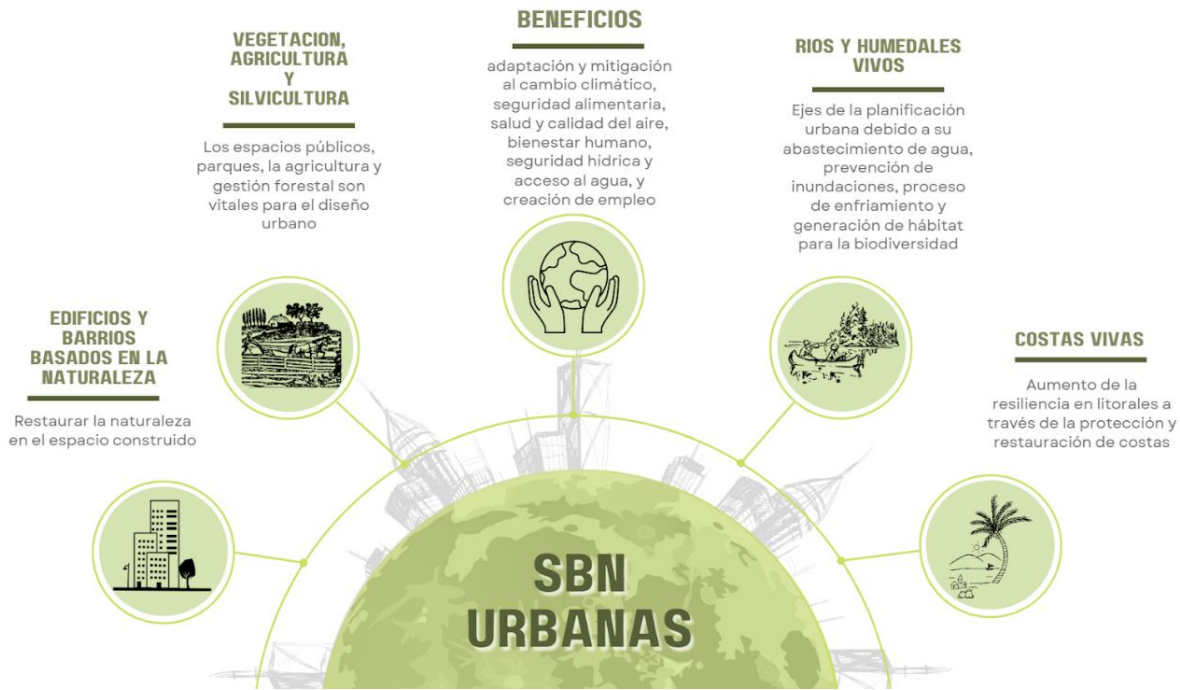
Figura 6. Enfoques de las Soluciones Basadas en la Naturaleza



Fuente: Adaptación por el autor de Figueroa A., 2020

En esta relación entre las Soluciones Basadas en la Naturaleza y el Desarrollo Urbano Sostenible queda entender en qué ámbitos urbanos las acciones pueden vincularse en la generación de proyectos para mejorar la calidad de vida en las metrópolis, y al mismo tiempo, reduzcan las desigualdades socioclimáticas y de degradación ambiental. En tal sentido, en la siguiente figura 7 se perfilan los principales temas en que las SBN pueden estar presentes para contribuir de mejor manera un desarrollo urbano sostenible.

Figura 7. Soluciones Basadas en la Naturaleza en el Desarrollo Urbano



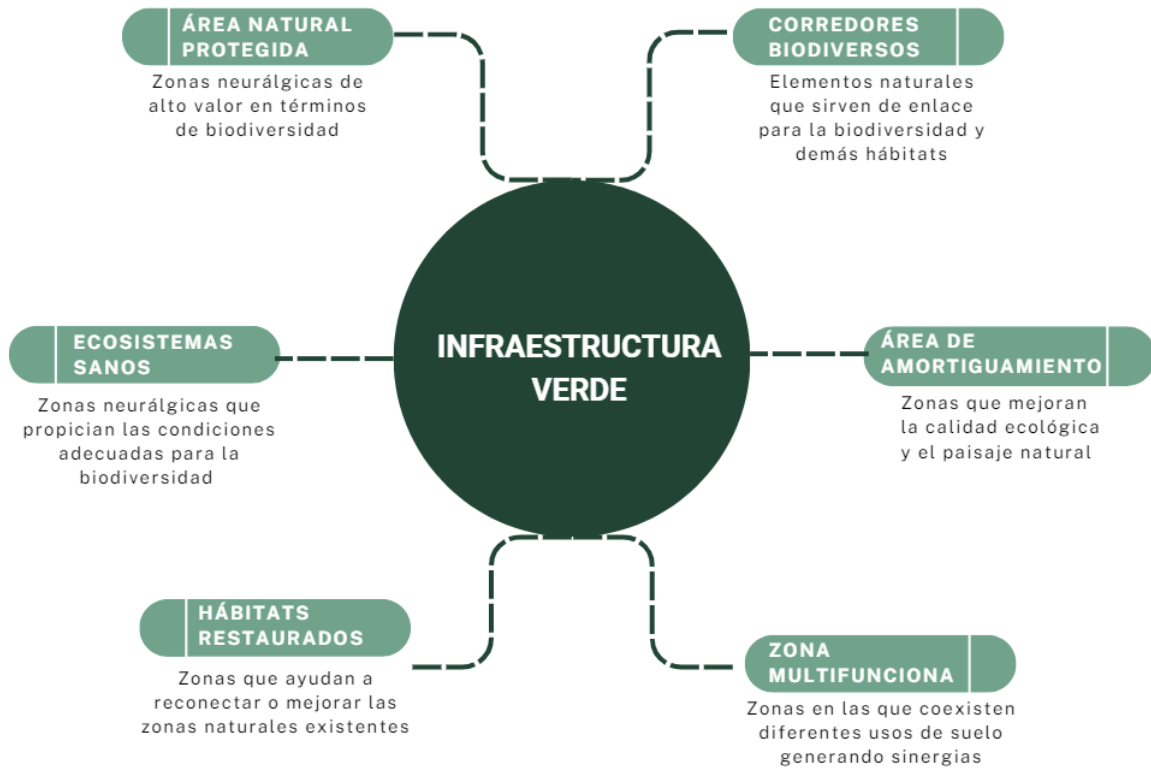
Fuente: Elaboración propia con base en la información de WWF, 2021

Otra manera de reconocer a las SBN en contextos urbanos es con el concepto de Infraestructura Verde, la cual de acuerdo con la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea (2014) son una red de zonas naturales y seminaturales de alta calidad y cuidado, planificada, diseñada y gestionada estratégicamente para obtener beneficios y servicios de los ecosistemas para el aprovechamiento de la vida humana. La infraestructura verde se constituye de varios elementos entre los cuales se encuentran en la siguiente figura:

En otro orden de ideas, la generación de proyectos de infraestructura verde refuerza la continua implementación de las SBN en las metrópolis, con la finalidad de mejorar la calidad de vida, disminuir las desigualdades y vulnerabilidad social, así como de contrarrestar los efectos negativos del cambio climático, sin olvidar mencionar, una mejor gestión de los recursos naturales a partir de ecosistemas sanos y con biodiversidad, mismos que generan mayores bienes y servicios a las comunidades.

La infraestructura verde no está en contra de la infraestructura gris (obras de ingeniería tradicional) sino al contrario, pretende ser una herramienta que posibilita la mejor adecuación de las acciones y proyectos para mejorar las condiciones del entorno y del hábitat, y así constituir un cambio de paradigma en la planeación urbana, que es simplemente el cambio de la forma en que se consumen los recursos naturales, pasar de un consumo lineal a uno circular (Figuroa A., 2020).

Figura 8. Elementos de la Infraestructura Verde



Fuente: Retomado de Figueroa A., 2020

La puesta en marcha de las SBN en las metrópolis para asegurar un desarrollo urbano sostenible, puede, sin duda, generar una sinergia entre el ambiente construido y la naturaleza, entretejiendo las diferencias del hábitat para formar un entorno más saludable, con mayores beneficios a la salud, así como la disminución de riesgos o necesidades socioespaciales.

En tal sentido, una planificación urbana sostenible en esta investigación se forma desde este punto, desde el rescate y rehabilitación de ecosistemas que se encuentran inmersos en los contextos urbanos, periurbanos, y rurales para mejorar su biodiversidad y la cantidad de beneficios y servicios aprovechados por los humanos.

La planeación urbana sostenible es entonces aquella que promueve un desarrollo urbano que contempla e integra de forma activa a los ecosistemas, en donde la inversión de capital social y económica se dirija a la creación de acciones y soluciones basadas en la naturaleza e infraestructura verde, con la intención no sólo de rehabilitar la calidad de la biodiversidad y de las funciones ecológicas de los ecosistemas para una mayor obtención de beneficios y servicios, sino que además

procuren su permanencia y función en los ámbitos ambientales, económicos, culturales, de salud, urbanos y sociales de las metrópolis.

En palabras simples, la planeación urbana sostenible existe en un desarrollo urbano que integre y cuide a los ecosistemas naturales para mejorar la calidad de vida de las personas. La existencia de diferentes ecosistemas en lo largo y ancho del planeta, y cercanos a las metrópolis posibilita un caleidoscopio de oportunidades, sin embargo, en la próxima parte se decide acotar a razón de la investigación a los ecosistemas de los humedales, sus beneficios, así como su importancia en los contextos urbanos.

1.3. Humedales urbanos, sociedad y paisaje

En este apartado se aborda el tema de los humedales, en el cual se pretende usar las definiciones existentes, así como de explicar los principales beneficios de estos ecosistemas a las personas y al medio ambiente. Asimismo, se menciona el estado actual de estos ecosistemas en diferentes escalas de análisis espacial, para finalmente generar reflexiones sobre la importancia de conservación e integración activa de los humedales urbanos en las metrópolis.

1.3.1. Humedales

De acuerdo con la Convención de Ramsar (2016) los humedales son ecosistemas que se presentan como extensiones de marismas, pantanos y tubernas o superficies cubiertas de agua que se encuentran permanentes o temporalmente inundadas de manera natural o artificial cuya profundidad no exceda los seis metros, y que mantiene el sustento para la vida de especies de flora y fauna. Es decir, los humedales son cuerpos de agua y zonas poco profundas que albergan y sostienen las dinámicas biológicas de distintas especies de flora y fauna.

Los humedales por su parte son categorizados en tres grandes rubros para su homogeneización a nivel global, esto con la finalidad de generar conocimiento. La Convención de Ramsar (2016) los perfila de la siguiente manera:

- Humedales continentales, que pueden ser pantanos, marismas, lagos, ríos, turberas y hábitats de aguas subterráneas
- Humedales costeros y marinos, dentro de esta categoría entran los arrecifes de coral, manglares, praderas de pastos marinos, y estuarinos, y
- Humedales artificiales, en los que es común categorizar a arrozales, represas, embalses y estanques de acuicultura.

Sin embargo, cada uno de estos humedales clasificados genera beneficios, entre los cuales se destaca, el control de las inundaciones, filtran y mejoran la calidad del agua, pueden ser un medio de producción, regulan el microclima, y mejoran el bienestar y salud de las personas (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM), 2005; Convención sobre los Humedales, 2021).

Los humedales generan servicios ecosistémicos en sus cuatro categorías, de soporte, aprovisionamiento, regulación, y culturales, por lo que además de ser un ecosistema que en él se generan dinámicas biológicas, proveen al entorno de beneficios colaterales, tal como se muestra a continuación en la figura 9.

Pese a los beneficios anteriormente mencionados, la situación de los humedales es precaria, pues de acuerdo con el informe Perspectiva Mundial sobre Humedales (2021) existe una tendencia generalizada de deterioro sobre estos ecosistemas, resultado que afecta también en la conservación de la biodiversidad y características ecológicas de los mismos, además nos indica que son los humedales de África y América Latina y El Caribe los que mayores afectaciones tienen.

De acuerdo con el informe anteriormente citado, las causas principales del deterioro de este tipo de ecosistemas y su biodiversidad es provocado por el cambio de uso de la tierra o suelo, principalmente la presión de la agricultura sobre el ecosistema, la sobreexplotación de acuíferos, así como la contaminación del agua por diversos orígenes, la mala gestión de residuos sólidos, en especial de residuos plásticos, así como la contribución de efectos secundarios de la contaminación del aire y suelo, además del progreso de los efectos negativos del cambio climático. Lo anterior, no sólo provoca la pérdida de las características ecológicas de los humedales y de la biodiversidad, sino que también reduce los servicios ecosistémicos, afectando también a los hábitats de otras zonas y a los asentamientos humanos.

Ante la compleja situación, se precisa que se necesita mejorar la información de diagnóstico sobre los humedales en las naciones participantes en la Convención de Ramsar. También se aconseja incentivar la participación de actores claves y sociedad en general para promover acciones y soluciones basadas en la naturaleza, promover financiamiento público y privado, dar seguimiento de políticas, y generar estrategias de bajo impacto a los ecosistemas para evitar así la degradación de los humedales, y con ello la severidad de una crisis ambiental.

Sumándose el marco de un contexto de cambio climático, el aumento de la demanda de recursos naturales, y de crecimiento urbano, se debe evitar a toda costa la degradación de ecosistemas que

generan beneficios y contrarrestan sus efectos negativos, es por ello que los humedales necesitan ser recuperados y ser gestionados de una manera integral, para ser vistos como una herramienta basada en la naturaleza que posibilita la concreción de los ODS 2030 en las metrópolis, y la sostenibilidad de los hábitats naturales y humanos en general (Convención sobre los Humedales, 2021).

Figura 9. Servicios Ecosistémicos que proporcionan los humedales



Fuente: Elaboración propia con base en la información del EM, 2005

En otras palabras, para evitar un incremento de los efectos negativos que genera el cambio climático y la sobreexplotación de recursos naturales por la demanda en las grandes metrópolis y para mantener diversidad en las formas de vida, se debe de optar por la conservación, generar medidas de restauración y uso racional de humedales, e integrarse a la planeación de las metrópolis mediante la gestión de los actores privados, públicos y sociales.

1.3.2. Humedales Urbanos

Ante la emergencia climática y la degradación constante de humedales a nivel mundial, se han puesto en relevancia diferentes estrategias para preservar y rehabilitar estos ecosistemas en las naciones. Entre ellas, se encuentra la iniciativa de Ciudad de Humedal que fue impulsada por primera vez en el 2015 por la Convención de Ramsar, misma que se mantiene hasta el año 2022.

Esta propuesta de acreditación busca incentivar el reforzamiento y resaltar la relación positiva de estos valiosos ecosistemas con las metrópolis, mediante la concienciación y participación de la sociedad en la planificación. Asimismo, se espera, que la acreditación promueva la conservación y uso racional de humedales urbanos y periurbanos para que la población obtenga beneficios socioeconómicos sostenibles (Convención sobre los Humedales Ramsar, 2022).

En tal efecto, las ciudades acreditadas como Ciudad de Humedal en el año 2022 son 25, dentro de las cuales ninguna pertenece a la región de América Latina y El Caribe:

- Canadá: Sackville
- China: Hefei; Jining; Liangping; Nanchang; Panjin; Wuhan; Yangcheng
- España: Valencia
- Francia: Belval-en-Argonne; Seltz
- Indonesia: Surabaya; Tanjung Jabung Timur
- República Islámica de Irán: Bandar Khamir; Varzaneh
- Iraq: Al Chibayish
- Japón: Izumi; Niigata
- Marruecos: Ifrane
- República de Corea: Gochang; Seocheon; Seogwipo
- Rwanda: Kigali
- Sudáfrica: Ciudad del Cabo
- Tailandia: Distrito de Sri Songkhram

No obstante, es a partir del año 2018 cuando sumado la baja participación del rescate de estos ecosistemas aparece el concepto de Humedales Urbanos, con la intención de aumentar la preservación de ellos. De acuerdo con la Convención de Ramsar (2018), los Humedales Urbanos se encuentran dentro o alrededor de las ciudades e incluyen ríos y llanuras inundables, lagos y pantanos, al igual que variantes costeras como marismas de agua salada, manglares y arrecifes de coral. En otras

palabras, los humedales urbanos son ecosistemas acuáticos de baja profundidad que se encuentran cercanos o parcialmente inmersos en las dinámicas urbanas de las metrópolis.

Los humedales urbanos generan servicios ecosistémicos que promueven el bienestar de las personas que habitan las metrópolis. En tal sentido en la figura 10, se muestran los principales beneficios que estos ecosistemas proporcionan.

Es importante mencionar que estos beneficios pueden potencializarse con una serie de acciones donde la participación de los habitantes locales en la planeación y uso racional de los humedales pueden potencializar la conservación y aprovechamiento de estos. Por su parte, la integración de los humedales en las políticas y en los instrumentos de planeación es otra acción que pone en relevancia la rehabilitación de estos ecosistemas en temas ambientales, económicos y culturales. Las dos acciones antes mencionadas, más la reducción del consumo excesivo y la contaminación del agua procura no sólo la conservación de estos ecosistemas en las metrópolis, sino proveer de mayores elementos para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático y la concreción de los ODS 2030 (Convención sobre los Humedales Ramsar, 2018).

Un caso de éxito en América Latina y El Caribe ha sido la política pública de Humedales Urbanos de la nación de Chile, pues en ella se prevé y garantiza la conservación y rehabilitación de estos ecosistemas en las metrópolis, mediante su integración en los instrumentos de planeación urbana y ambiental, además del trabajo colectivo social de los habitantes cercanos a ellos, para poder así declararlos como infraestructura verde que posibilita a las metrópolis tener mayor resiliencia ante los efectos negativos del cambio climático y sobreexplotación de recursos naturales (LEY 21202, 23 de enero 2020; Rojas & Jorquera, 2021).

Además, como lo señala Carolina Rojas (2021; 2022) la constitución de un marco jurídico sobre los humedales urbanos incide en la forma de gestionar la planeación urbana y la gestión ambiental local. En tal sentido, los ecosistemas se encuentran bajo la tutela de preservación, sin embargo, en consideración del tipo de degradación e intervención pueden integrarse a las ciudades como infraestructuras verdes, espacios públicos o santuarios naturales.

Figura 10. Servicios ecosistémicos de los humedales urbanos



Fuente: Elaboración propia con base en la información de Convención sobre los Humedales Ramsar, 2018

1.3.3. Situación de los humedales en México

Por otro lado, en México se ha puesto con mayor relevancia el tema de la conservación de los humedales a partir del año 2013 con su Política Nacional de Humedales, el cual dictamina ciertos lineamientos para conservar y rehabilitar, integrar al ordenamiento territorial, desarrollo económico y cultural, así como en el uso racional de los mismos con la intención de aprovechar los servicios ecosistémicos de manera general. No obstante, pese a que este instrumento recupera la importancia de cuidar y rescatar estos ecosistemas, el concepto de humedal urbano no se presenta en ningún momento derivado a que en ningún instrumento de planeación y conservación actual lo define, imposibilitando así la construcción de una integración de los humedales al desarrollo urbano de las metrópolis mexicanas desde la concepción de la convención de Ramsar.

En el apartado XII del mismo documento se designan las competencias que tienen las entidades federativas y municipales respecto a la atención de los humedales, de acuerdo con la figura X del documento las competencias que se le adjudican al municipio por medio del artículo 115 constitucional en este análisis corresponden de manera general a controlar y prevenir impactos negativos a estos ecosistemas.

Asimismo, esta política marcó el inicio del inventario de humedales y manglares del país, gracias a esta iniciativa se sabe que hasta el año 2017 México cuenta con 6 331 humedales, de los cuales 142 son considerados sitios Ramsar (Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2017). No obstante, pese a la gran importancia y presencia que tienen este tipo de ecosistemas en el país el biólogo Roberto Lindig Cisneros (2019) declara que desde 1900 hasta el año 2019 se han perdido cerca del 62% de los humedales, una cifra que se asemeja a nivel de América Latina en el mismo tiempo (Rojas C., 2020). Asimismo, Roberto Lindig manifiesta que incluso los sitios Ramsar también se encuentran en degradación, por lo que hace también reflexión de que no basta sólo con la mención de Ramsar para estar protegidos (Rojas C., 2020).

La afectación de estos ecosistemas en México es causada por la sobreexplotación de recursos naturales, principalmente del agua, así como de actividades mineras, producción agrícola de monocultivo y el crecimiento urbano, actividades turísticas y otras que se encuentran garantizadas en las políticas de desarrollo tanto del país como a nivel local y que entran en conflicto con las políticas de conservación de estos ecosistemas (Escamilla, 2017; Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. (CCMSS), 2019).

En la Zona Metropolitana del Valle de México, y en específico en la Ciudad de México, los humedales, y en general la zona sur catalogada como suelo de conservación (misma que mantiene el ciclo de captación hidrológica en la región) se encuentra en riesgo por el crecimiento de asentamientos irregulares, de acuerdo con Irma Escamilla (2017) en el Boletín UNAM, y pone en relevancia la situación de vulnerabilidad que tiene el humedal de Xochimilco y Tláhuac.

El humedal de Tláhuac-Xico, ecosistema remanente del antiguo gran lago, se encuentra en condiciones de degradación por la presencia de agroquímicos, la forma industrializada de producción agrícola en su proximidad, extracción de agua subterránea, así como la presencia de tiraderos clandestinos de residuos de la construcción, además de la existencia de asentamientos irregulares que contaminan el agua por medio de sus residuos orgánicos e inorgánicos (León, 2020).

Otro ejemplo de lo anterior, son los sistemas de humedales que se encuentran en el Estado de Tabasco, donde Palomeque de la Cruz et.al (2017) indican el cambio paisajístico y ecológico, así como la pérdida de humedales y de vegetación en la región del Río Grijalva por consecuencia del crecimiento urbano horizontal, así como el impacto de los programas de producción agropecuaria y petrolización de los últimos cuarenta años, dejando en evidencia el impacto de la transformación de los ecosistemas tras el fomento de las actividades productivas de intensidad y sin control en las metrópolis.

De todo lo anterior, la Política Nacional de Humedales ha logrado el inicio de la búsqueda de un marco legal para la preservación y conservación de este tipo de ecosistemas, ya que antes del año 2013 no existía algún marco legal que lo respaldara (Travieso, 2009). No obstante, ante las condiciones desfavorables que tiene la mayoría de estos ecosistemas en el país es pertinente construir acciones (y no sólo políticas) que permitan revertir, o en tal caso, reducir la pérdida de los humedales y sus beneficios, y con especial atención aquellos que se encuentran próximos o inmersos en las metrópolis.

Como lo demuestra lo anterior, en México la construcción del concepto de humedal urbano puede contribuir de mejor manera a la preservación y conservación de estos ecosistemas próximos a las metrópolis, tal como ha ocurrido con todo y sus bemoles en Chile. La situación de los humedales en México es alentadora por su cantidad y diversidad biológica, además de la importancia internacional de 142 ecosistemas, sin embargo, es necesario gestionar la integración de los mismos al desarrollo económico, sociocultural y principalmente urbano con la intención de reducir la pérdida y

degradación de estos hábitats, así como de incorporar sus beneficios a las sociedades y a la biodiversidad en general.

1.4. Conclusiones

Entender que el fenómeno urbano y su expansión no es un hecho neutral, sino que es un efecto colateral del aumento de la población, modelos económicos adaptados socialmente, y además de configuraciones y patrones de ocupación socioespacial, nos da un panorama de mejor entendimiento de su causa, de su complejidad y de su magnitud. Sin embargo, ante el análisis contemporáneo que se le da a la expansión urbana como un fenómeno asociado a factores socioeconómicos en el territorio, es pertinente señalar que este fenómeno se ha desvinculado del cuidado del medio ambiente natural, provocando que la expansión de las metrópolis genere impactos ambientales negativos, mismos que han afectado a la población en diferentes esferas, entre las más importantes la salud y la condición de vida de estas.

En tal situación, las iniciativas para reducir y evitar la continua degradación de los recursos naturales ocupados por la población y del territorio, se han consolidado propuestas enmarcadas en lo que concierne a la sostenibilidad. Las propuestas de crear metrópolis sostenibles es una aspiración que se pone en marcha por diferentes acuerdos internacionales como la Nueva Agenda Urbana y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030. Si bien, los lineamientos anteriormente mencionados, no son una receta por seguir e implementar en todas las latitudes, deberán ser tomadas como elementos de control y comparación para generar un cambio de paradigma en muchos ámbitos de la vida humana, pero con mayor rigor en el del desarrollo urbano de las metrópolis.

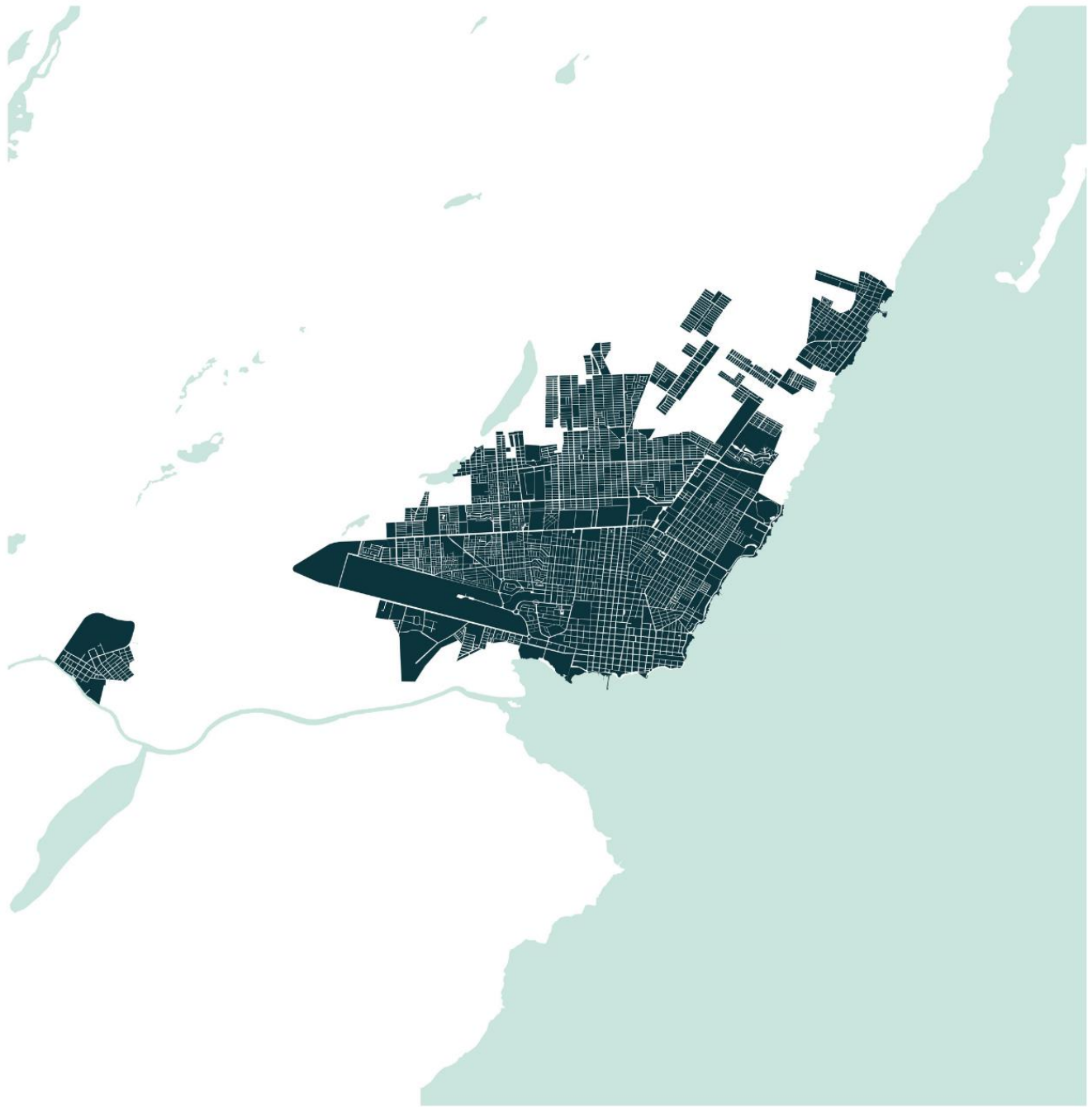
Es entonces, que las estrategias alternas y complementarias a estos acuerdos aspiracionales que buscan fomentar metrópolis sostenibles, es decir, ciudades que mejoren la calidad de vida de la población y que al mismo tiempo reduzcan la degradación ambiental, deberán ser acciones enmarcadas a aquello olvidado por el desarrollo económico, la naturaleza. Ante ello, las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), son acciones que permiten el logro de los objetivos planteados a seguir en los próximos años para crear entornos y hábitats más sostenibles, y que, al mismo tiempo, mejoren la calidad de vida en las metrópolis.

La incorporación de las SBN en las metrópolis como Infraestructuras Verdes, son un elemento que ayuda a lograr un desarrollo urbano sostenible. Pues las SBN son estrategias que vinculan a los ecosistemas existentes y a su biodiversidad a los beneficios sociales. En tal sentido, los ecosistemas

si o si deben ser integrados a los procesos de planeación en las metrópolis en el marco de la búsqueda de entornos y hábitats más sostenibles para el futuro.

En tal orden de ideas, los humedales vistos como ecosistemas y entornos para la biodiversidad, así como reductores de los efectos negativos del cambio climático, y generadores de servicios ecosistémicos, deberán ser contemplados en los márgenes de la planeación territorial, pues los humedales siendo ecosistemas de gran valor tienen potencial para formar entornos más sostenibles a partir de su integración como SBN en los procesos de planeación, y en especial aquellos que se encuentran cercanos a los asentamientos humanos.

Para finalizar, y concluir ideas, la información incorporada en este marco teórico perfila a que, los humedales urbanos son ecosistemas que pueden mejorar la calidad de vida de la población, y ser elementos clave para la creación de metrópolis más sostenibles.



Chetumal, Quintana Roo

Marco Metodológico



2. Marco metodológico

El enfoque metodológico que se lleva a cabo en esta investigación es mayoritariamente de tipo cualitativo, sin embargo, en algunas partes de esta se encuentran temas de índole cuantitativo. Para diferenciar estos aspectos se dividen en tres grandes etapas. A continuación, se explican cada uno de los procesos que se desarrollan en los capítulos correspondientes.

2.1. Etapa 1. Situación actual de perturbación del Humedal Urbano

En este apartado se desarrollan dos procesos en el cual se identifican en primera instancia el crecimiento de las áreas construidas y la superficie de los componentes naturales, así como la delimitación del humedal a través de percepción remota. En la otra parte, se retoma el método de la identificación de unidades de paisaje para analizar los componentes paisajísticos que existen en la zona de interés, y también se desarrolla un análisis funcional urbano.

2.1.1. Definición del caso de estudio

Para el caso de estudio se desarrolla una investigación acerca de la transformación del sistema lacustre en donde se localiza la ZMVM, derivado a que el cambio paisajístico que ha habido a lo largo del tiempo ha dejado remanentes del Gran Lago de Texcoco convirtiéndolos actualmente en ecosistemas de humedales continentales.

Asimismo, se realizó una búsqueda en medios informativos sobre los principales cuerpos de agua en degradación dentro de la Ciudad de México llegando así a la selección del Humedal de Tláhuac-Xico, ubicado al sur de la ciudad, esto también de acuerdo con relación a la cercanía para ir a una visita de campo y verificar lo reportado en medios digitales.

En tal sentido, y entendiendo los servicios ecosistémicos que los humedales traen consigo a la población en general, se optó en aprovechar los límites administrativos municipales como polígono de interés de las demarcaciones de Tláhuac, Cd de Méx., y Valle de Chalco Solidaridad. Edo. Méx., derivado a que dentro del territorio de estos dos se encuentra el desplante del Humedal urbano Tláhuac-Xico.

La intención de delimitar así el polígono de interés procura promover una visión territorial integral para el humedal, debido a que actualmente la visión de políticas y acciones se encuentran segregadas porque las demarcaciones pertenecen a diferentes entidades federativas. Esta unión del contexto urbano, social, económico que promueve la creación del polígono del interés, incentiva a ver al

humedal como un ecosistema entero y único, y poder poner en marcha estrategias integrales para su rehabilitación y su integración al desarrollo urbano sostenible.

2.1.2. Delimitación del humedal urbano por medio de SIG

Para definir el humedal en el caso de estudio se realiza un análisis multiespectral de imágenes satelitales Landsat-8 con una resolución de 30m. Se desarrolla el proceso de dos índices para la obtención de la limitación de los cuerpos de agua en la zona, así como la humedad cercana de los mismos. Los índices espectrales utilizados son el Índice Diferencial de Agua Normalizado o NDWI (por sus siglas en inglés, Normal Difference Water Index) desarrollado por McFeeters, SK. (1996), y el Índice de Agua de Diferencia Normalizada Modificado o MNDWI (por sus siglas en inglés, Modification Normal Difference Water Index) desarrollado por Xu, H. (2006).

Mediante software de Sistema de Información Geográfica (SIG) se procesan las bandas multiespectrales, así como el sensor infrarrojo de las mismas con las siguientes fórmulas de acuerdo con el método de cada autor:

Método NDWI McFeeters (1996)

$$\text{NDWI} = \frac{\text{Banda verde} - \text{NIR}}{\text{Banda verde} + \text{NIR}}$$

Donde NIR= Near InfraRed o Infrarrojo cercano

Método MNDWI Xu (2006)

$$\text{MNDWI} = \frac{\text{Banda verde} - \text{SWIR}}{\text{Banda verde} + \text{SWIR}}$$

Donde SWIR= Short Wavelength InfraRed o Infrarrojo corto

El desarrollo de este proceso permite tener un rango espectral de 0 a 1, donde los cuerpos de agua consolidados o suelos con mayor humedad se encontrarán próximos a 1. En tal caso, se deberán agruparse para poder generar una capa vectorial para su posterior utilización. No obstante, existe una pequeña diferenciación entre los dos métodos, sin embargo, el que mejor resultado y practicidad computacional genera es el método de MNDWI (Delpino, Aguayo, Portillo, Sosa, & Mora, Stanley, 2018), sin importar que en este ejercicio se realizaron los dos para asegurar mejor la definición del humedal hasta el año del 2022.

2.1.3. Análisis multitemporal de la superficie urbana versus la superficie del humedal

Para el desarrollo de la primera parte de este rubro se genera un modelo de análisis multitemporal de imágenes satelitales en 4 momentos, los períodos corresponden a los años de 1990, 2000, 2010, y 2022, dichas imágenes son obtenidas de los satélites Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8. Las variables a considerar en este análisis son la superficie de las áreas urbanas o construidas, la superficie de los cuerpos de agua (humedal), y, por último, la superficie de áreas de cultivo.

Teniendo lo anterior, se elabora un análisis de la tasa de crecimiento media anual de las superficies observadas en las imágenes para identificar su crecimiento porcentual y determinar en qué período hubo cambios significativos en la cobertura superficial. Además, con ello se puede lograr indicar si el humedal ha crecido o decrecido a lo largo de las décadas analizadas.

No obstante, el análisis histórico del crecimiento de la superficie urbana, y de las demás categorías incorporadas, como es el de suelo erosionado, agricultura, vegetación, y cuerpo de agua, deberán ser monitoreadas con mejor detenimiento, con valores y estadísticas más robustas, para identificar con mayor exactitud el cambio de superficies en el territorio. En este caso, se ocupó un plugin del programa Qgis, versión 2.22, pero que, sin duda, en un programa enfocado al análisis de coberturas en el territorio como los que ocupan los especializados en la geología o geomática, podrán coadyuvar de mejor manera el análisis de este tipo en los estudios urbanos.

2.2. Etapa 2. Los humedales en las dinámicas urbanas y paisajísticas

En este apartado se aborda un análisis funcional de las principales dinámicas urbanas⁴ en relación con los ecosistemas de humedales para comprender si existe un aprovechamiento adecuado de los servicios ecosistémicos que generan.

2.2.1. Análisis de contenido de los instrumentos de planeación

En este apartado se realiza un análisis para identificar que estrategias y acciones existen para el Humedal urbano Tláhuac-Xico en los instrumentos de planeación del desarrollo urbano en las demarcaciones de interés con la finalidad de comparar la manera de abordaje en sus soluciones, y la zonificación de uso establecida en dichos documentos. Lo anterior, con el propósito de esclarecer qué

⁴ Las dinámicas urbanas pueden entenderse como la interacción constante y el conjunto de acciones de diferentes actores que ejercen sobre el territorio logrando establecer o modificar la morfología y estructura de los asentamientos. Para comprender más véase *Chaline, Claude (1981), La Dinámica Urbana. Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local.*

relación existe entre la condición de conservación del ecosistema y lo que se propone para su rehabilitación.

2.2.2. Identificación de las dinámicas urbanas

Para este rubro, y de acuerdo a lo planteado desde los acercamientos teóricos y prácticos de la Dra. Carolina Rojas (2020), que propone, en primera instancia, reconocer la existencia de estos ecosistemas dentro o cercano a los entornos urbanos, se agrega en esta investigación como propuesta metodológica identificar qué actividades y en qué grado de los contextos urbanos se relacionan con el humedal.

Para este caso de estudio⁵, entendiendo a las dinámicas urbanas como el conjunto de actividades que modifican la relación de ocupación del territorio por diferentes actores se propone un análisis funcional de las dinámicas urbanas entre las dos demarcaciones de interés que conforman la zona de estudio en los siguientes aspectos:

1. Estructura Urbana Recreativa y Cultural:

1.1 Espacios de recreación al aire libre

- 1.1.1 Espacios públicos o áreas verdes diseñadas: Con la intención de crear corredores verdes o vínculos entre áreas verdes o espacios públicos de importancia en el entorno urbano, y que pueden interconectarse entre sí y con el humedal.
- 1.1.2 Espacios deportivos: El propósito es identificar espacios deportivos que hacen falta en el entorno urbano y, en su caso, promover la existencia entre ellos cerca del ecosistema para una mejor conexión con la comunidad juvenil.

1.2 Equipamiento

- 1.2.1 Equipamiento cultural: Con el objetivo de conocer el número de este tipo de instancias para, en su caso, aprovechar implementar talleres que promuevan la educación ambiental sobre este tipo de ecosistemas a la comunidad.
- 1.2.2 Equipamiento de educación: El fin de este rubro es identificar las principales escuelas cercanas para promover en los jóvenes curiosidad a través de excursiones al humedal fomentadas en materias de medio ambiente, para crear

⁵ Derivado a que cada contexto urbano es diferente en relación con sus procesos sociales, culturales y políticos expresados en la morfología y estructura de las metrópolis, se debe identificar y proponer particularmente que actividades urbanas se relacionan más con el humedal en cuestión en otros casos de estudio.

vínculos de permanencia que pueden aprovecharse en estrategias de rehabilitación con actores clave.

2. Actividades económicas

2.1 Principales corredores o centros económicos: Cuyo fin es conocer las principales fuentes de empleo en la zona de estudio y saber si las actividades económicas tienen alguna relación con la existencia del humedal, en tal caso, también se analiza en función de identificar los principales corredores urbanos que pueden conectarse con el humedal.

2.2 Producción agropecuaria y chinampera: El propósito es identificar los esquemas de producción que existen en o cercanos al humedal, esto con la intención de saber si el ecosistema puede apoyar a la producción agrícola y ser una fuente de empleo.

3. Infraestructura

3.1 Hidráulica/Sanitaria: Con el objetivo de reconocer la cantidad y cercanía que existen entre estos elementos y el humedal y, en su caso, en las estrategias implementar conexiones de este tipo de infraestructura al humedal y proveer de éste el control de inundaciones.

4. Características sociodemográficas

4.1 Densidad de población: Con el propósito de identificar zonas en donde habitan mayor número de personas y dar un panorama general de la cantidad de personas beneficiadas por los servicios ecosistémicos del humedal y generar indicadores.

4.2 Población de 0 a 15 años: El fin es identificar la cantidad de jóvenes que pueden sumar al cambio desde la comunidad y la potencialidad que se tiene para crear grupos o colectivos de jóvenes que sumen a las estrategias como actores.

4.3 Grado de Marginación: Con la finalidad de identificar zonas que mayormente pueden afectar a las condiciones bióticas al humedal, así como la construcción de un indicador que pueda registrar el beneficio a la población si existen proyectos de rehabilitación del ecosistema

5. Características de las viviendas: El objetivo de este rubro es identificar zonas de viviendas aledañas al humedal con falta de accesibilidad a la red pública de drenaje o agua potable, y proponer proyectos que puedan contrarrestar dicha situación con su vinculación al ecosistema mediante instalaciones en un futuro de este tipo. Por ello se realiza un análisis respecto a estas características:

5.1 Abastecimiento de agua en las viviendas

5.2 Viviendas sin sistema de drenaje

5.3 Tipo de almacenamiento de agua en las viviendas

6. Manejo y gestión de los Residuos Sólidos Urbanos y de construcción: Derivado a que este ecosistema presenta degradación por la disposición de residuos sólidos urbanos y de construcción, se propone el análisis de este aspecto con el objetivo de identificar las zonas con mayor degradación por esta actividad y generar proyectos que promuevan prácticas de cuidado al ecosistema.

Ahora bien, para el análisis de las características demográficas, y de vivienda, se consiguió, afortunadamente, información reciente, se aprovechó la actualización del Censo Nacional de Población y Viviendas del año 2020, que INEGI genera cada década, por lo que los datos de esta índole son los que mejor representan al territorio en los momentos en que se elabora la investigación.

Por otro lado, pero con la misma línea, los rubros de equipamientos, de infraestructura, y temas económicas y residuos sólidos urbanos se ocuparon datos de los portales oficiales de cada tema, algunos de los principales portales a los que se recurrió fue al Datos Abiertos de la Ciudad de México, Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE), Instituto Nacional de INEGI, en su temas de Cartas topográficas (2018), Vegetación y Usos de suelo (2018), Red Nacional de Caminos (2021), Censo de Gobiernos y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (2020), así como los portales oficiales de gobierno en los temas de educación y cultura, y el portal de ESGID de SEMARNAT (2017).

Dichos portales y bases de datos, permitieron generar el análisis de las dinámicas urbanas en la zona de estudio con datos que no se encuentran tan atemporales en el momento de la elaboración de esta investigación. Eso sí, es pertinente señalar que es fundamental seguir generando este tipo de información con calidad y que permita su georreferenciación para una interpretación más aproximada de lo que sucede en el territorio. De igual manera, se invita a no fiarse de los datos, y que, en mayor medida, si se pueden corroborar con diversas fuentes de información, es mejor; el comentario va de la mano debido a que el análisis de equipamiento educativo en la entidad de Tláhuac quedó inconcluso debido a que las coordenadas de los puntos se repetían en varias ocasiones afectando la ubicación de las escuelas en dicha demarcación.

2.2.3. Reconocimiento de los humedales en la percepción social

En esta sección se realiza un breve mapeo de los principales actores claves y su vinculación con las unidades de paisaje identificando el tipo de interacción que tienen con el humedal, la finalidad de esta sección es reconocer los intereses involucrados para con el ecosistema y, así, alinear las recomendaciones de intervención en el mismo.

En tal sentido, para el desarrollo de este análisis se recurre a la metodología de juego de actores establecida por De los Ángeles, O., Matamoro, & Psathakis, (2016), de la cual se rescatan las variables para identificar los actores involucrados. Las principales categorías que se ocupan en el estudio son: a) Sectores, b) Relaciones, c) Nivel de poder, y d) Posicionamiento. Cada una de estas categorías clasifica a los actores y se desarrolla con un diagrama de relaciones de acuerdo con la autora.

Por otra parte, para el desarrollo de análisis de las Unidades de Paisaje se recurre a la transdisciplina, de la cual se colabora con la Arquitecta Paisajista Odette Guadalupe Melo Sánchez para generar el análisis de la zona. De acuerdo con Mazzoni (2014) y Fabregat (2015), a partir de las unidades de paisaje se pueden identificar las zonas del territorio en donde existen impactos negativos en su calidad ambiental o visual, permitiendo así generar medidas para mitigar, corregir o compensar dichos impactos. Pero a su vez, permite identificar qué tipo de actores clave realizan dichas acciones en el territorio.

En este aspecto, la simbiosis entre actor clave y unidad de paisaje se encuentra vinculada con el proceso de transformación del territorio, pues para que en este exista un cambio necesita de su concepción, predestinar intereses o necesidades, y una acción ya sea que le afecta o beneficia desde una organización social, es decir desde un grupo de personas que lo habitan (Fabregat, 2015).

Por tal motivo, las unidades de paisaje y actores clave que se registran en la zona, son analizadas y procesadas en un mapa síntesis para su representación digital en los SIG. Sin embargo, también es preciso mencionar que para llegar a la distinción de las unidades de paisaje se recurre a un método denominado Regionalización por jerarquía multifactorial⁶, la cual permite identificar estos elementos geográficos que componen el paisaje por una serie de superposición de capas tomando como eje rector alguna de las mismas para poder delimitar con mayor especificación las zonas homogéneas en el territorio.

Las variables consideradas para el desarrollo de las unidades de paisaje se componen de la siguiente manera:

Unidades de mayor cobertura espacial:

- Clima
- Geología

⁶ Se retoma esta metodología de la clase de Desarrollo Urbano Sostenible, Urbanismo UNAM. Ver anexo 1.

- Topoformas
- Cuencas y subcuencas

Unidades de menor cobertura espacial

- Edafología
- Pendientes
- Uso de suelo actual
- Hidrología superficial

Por último, más allá de este método que se propone, se invita hacer una visita de campo en grupo, ya sea con académicos o con locatarios, generar sondeos de opiniones sobre la percepción del humedal a los residentes cercanos al ecosistema, asistir a diferentes foros académicos que hablen acerca de la situación o fenómeno, hacer contacto con diferentes colectivos culturales o ambientales consolidados y que ejerzan actividades en dicho ecosistema. Pues para llevar a cabo esta investigación se realizó todo lo anterior, sin embargo, sería más enriquecedor y fructífero para este apartado llevar a cabo entrevistas de profundidad, talleres y encuestas a la población residente aledaña al humedal, cosa que por tiempo y logística no se llevaron a cabo en esta investigación.

2.3. Propuestas de integración de humedales al desarrollo urbano

En este apartado se presentan métodos que posibilitan (en el mejor de los casos) mejorar las condiciones del humedal, o en su defecto, involucrar la concepción de estos ecosistemas como un elemento de infraestructura verde en las metrópolis para asegurar el desarrollo urbano sostenible. Para ello se propone un Análisis de Aptitud Territorial para el desarrollo urbano y para la generación de servicios ecosistémicos. También se desarrolla la recomendación de proyectos y acciones desde el ámbito de la planeación. Y, por último, se presenta el proyecto Laboratorio Vivo del Humedal como un programa de acciones que involucra a la comunidad para la rehabilitación del humedal, el cual participó y obtuvo el tercer lugar a nivel nacional en el concurso de Climatón, UNAM (2022).

2.3.1. Mapa de Aptitud Territorial de un desarrollo urbano sostenible

El análisis de aptitud territorial determina el grado de capacidad que tiene un lugar en el territorio para satisfacer los requerimientos y/o necesidades para desarrollar una actividad en él. Este análisis se utiliza principalmente para el ordenamiento ecológico y las evaluaciones de impacto ambiental (Merino & Bojórquez, 2021). Sin embargo, como lo menciona Sanabria (2010) la ocupación de este método puede ayudar también a definir la localización de proyectos urbanos (infraestructuras o

equipamientos) que se basan en función de su operación, es decir, a la eficiencia productiva o los beneficios que provee.

Este análisis tiene tres principales enfoques para su aplicación: 1) Capacidad inherente al territorio evaluado, 2) Evaluación de tierras para sistemas productivos específicos, y 3) Apoyo a la toma de decisiones mediante sistemas con análisis multicriterio (Mendoza, Plascencia, Alcántara, Rosete , & Bocco, 2009).

Ante ello, el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024 de la SEDATU (2021) promueve en su apartado 6 denominado “Estrategias prioritarias y acciones puntuales” la determinación de zonas con aptitud territorial para definir la orientación de crecimiento del desarrollo urbano, y que, al mismo tiempo se vincule con el ordenamiento ecológico del territorio.

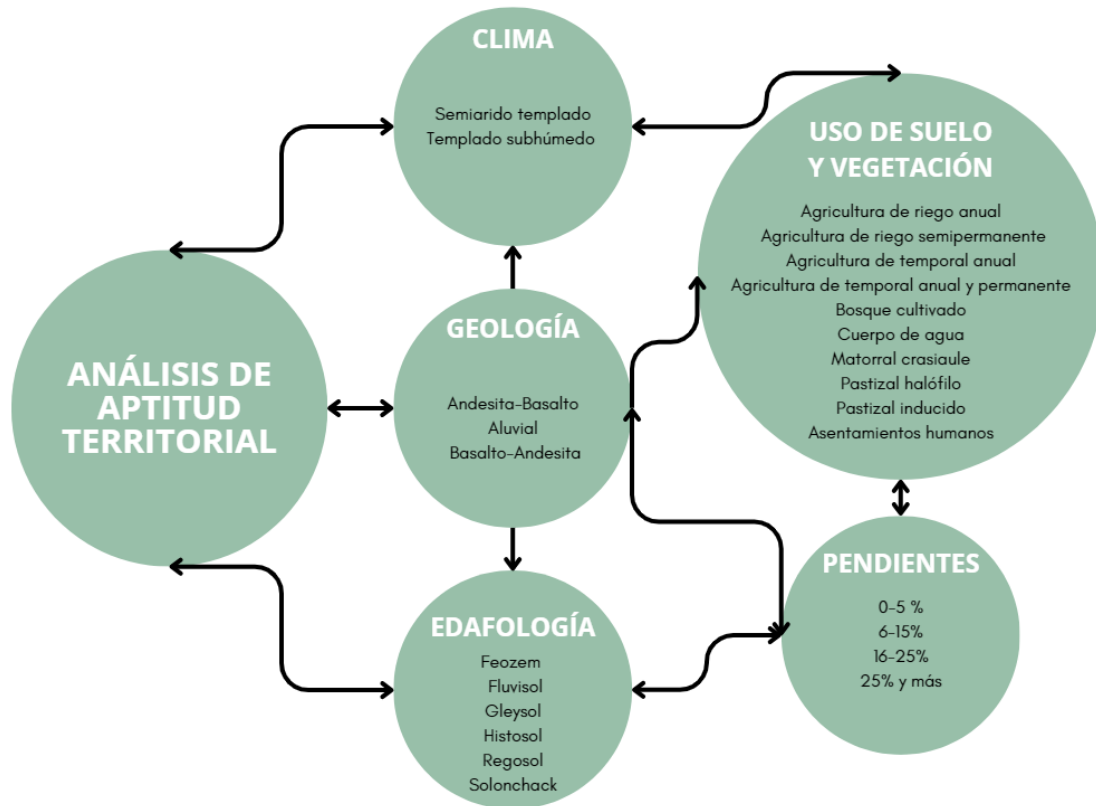
Ante tal panorama, para la zona de estudio se recurre a la realización de un mapa de aptitud territorial para un desarrollo urbano sostenible (es decir, un desarrollo que incorpore o vele el cuidado de los ecosistemas adyacentes al entorno urbano) y un mapa de aptitud territorial para bienes y servicios ecosistémicos que nos dé pauta para determinar estrategias de cuidado e integración de ecosistemas de mayor calidad a las estrategias del desarrollo urbano en la zona de estudio.

Para lograr el objetivo, se ocupa el enfoque de análisis multicriterio para la determinación del modelo de aptitud territorial, además se realiza una ponderación de atributos de acuerdo a la importancia o relación de cada uno de ellos en el territorio. Los atributos que se consideraron se presentan en la figura 11⁷.

Como es de observarse, todos los elementos considerados corresponden a elementos naturales y elementos urbanos, esto con la triple intención; 1) de promover un desarrollo que se preocupe por conservar los elementos naturales, 2) que aproveche los servicios ecosistémicos para contrarrestar los efectos del cambio climático y mejorar el bienestar social, además de 3) consolidar las dinámicas urbanas existentes.

7 En los anexos 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 se encuentra la cartografía pertinente que se ocupó para la generación de estos modelos de aptitud territorial, así como en el anexo 8 se muestra la tabla de valores establecidos en este ejercicio para determinar las zonas con mayor potencial para el desarrollo urbano sostenible y las áreas con alto potencial para la generación de bienes y servicios ecosistémicos en la zona de estudio.

Figura 11. Atributos ambientales empleadas en los modelos de aptitud territorial



Fuente: Elaboración propia

La elaboración del mapa de aptitud territorial se realiza mediante software de Sistemas de Información Geográfica (SIG). No obstante, los valores predeterminados son retomados por una guía metodológica recuperada de la materia Desarrollo Urbano Sostenible del sexto semestre de la licenciatura en Urbanismo, UNAM (ver anexo 1). Sin embargo, hay que resaltar que, para este caso, se pondera un valor alto a la capa de uso de suelo, considerando a los cuerpos de agua (humedales y corrientes de agua) existentes como muy importantes para conservar.

En el resultado se pueden generar grados de aptitud territorial los cuales en este trabajo se proponen los siguientes cuatro:

- Nulo, que indica que no existe aptitud territorial
- Bajo, que indica una aptitud bajo ciertas condiciones y casos especiales
- Medio, que posibilita el desarrollo de actividades pero que deben estar reguladas para evitar efectos negativos, y

- Alto, en el que se posibilita la realización de acciones sobre el territorio sin ninguna condición, salvo lo reglamentado en los marcos jurídicos.

2.3.2. Proyectos y acciones desde la planeación urbana sostenible

En esta propuesta se incluye como resultado la generación de estrategias con acciones puntuales para contrarrestar las problemáticas identificadas en el análisis de las dinámicas urbanas y también de las cuestiones de zonificación en los instrumentos de planeación. Se propone en cinco ámbitos; 1) Económicas, 2) Ambientales, 3) Culturales, y 4) Sociales, cuya base son las que se proponen desde la parte 5) Urbana, tomando como eje rector de las soluciones al ecosistema del humedal. El resultado de este apartado es un mapa síntesis donde se ubican por ámbito las propuestas de proyectos y acciones.

2.3.3. Laboratorio Vivo del Humedal

Parte como propuesta para el concurso Climatón, UNAM (2022), cuyo propósito es crear un proyecto que genere espacio público desde la comunidad para combatir los efectos del cambio climático en las metrópolis mexicanas. Este proyecto se elaboró en conjunto de Arquitectas y Arquitectas Paisajistas, con intención de abordar el problema desde la interdisciplina.

El proyecto por su parte tiene la finalidad de rehabilitar al humedal por medio de acciones colectivas y de esfuerzos de planeación a nivel local, considerando al ecosistema como una Solución Basada en la Naturaleza que ayuda a contrarrestar las desigualdades socio climáticas que se presentan en la zona de estudio de este proyecto. Resulta interesante destacar que el proyecto ganó el tercer lugar a nivel nacional por su replicabilidad en otros contextos similares.

2.4. Resultados de la metodología

Como puede observarse, la metodología empleada es de tipo mixta, además se busca integrar al Humedal como un elemento de infraestructura verde que pertenece al ámbito de las Soluciones Basadas en la Naturaleza, y que sea un espacio integrador para el uso y disfrute de la población desde las dinámicas urbanas. En la tabla resumen que se presenta en los cuadros 3 y 4, puede observarse de mejor manera y mayor sintetizada las variables analizadas, así como los métodos y tipos de resultados esperados de cada uno de los rubros anteriormente detallados.

Tabla 2 Metodología Cuantitativa

Métodos cuantitativos							
Componente	Variables	Dato	Unidad	Fuente de información	Producto	Tipo de resultados	Cobertura geográfica
Humedal	Delimitación del humedal	Superficie y forma del humedal	Héctarea	Imágenes Landsat 8, 2022	Superficie y forma del humedal Tláhuac-Xico	Polígono actualizado al año 2022 de la superficie y forma del humedal Tláhuac-Xico	Humedal Tláhuac-Xico
	Cambio de uso de suelo	Superficie urbana vs Superficie humedal	Héctarea	Imágenes Landsat 5, 7, y 8, 1990, 2000, 2010, 2022	Superficie de áreas urbanas, áreas de agricultura y superficie del humedal Tláhuac-Xico	Correlación entre el crecimiento de la superficie urbana y disminución de las áreas agrícolas y del humedal.	Demarcaciones territoriales de interés
Estrategias	Aptitud territorial	Superficie de aptitud territorial urbano sostenible	Héctarea	Guía de la clase Desarrollo Urbano Sostenible, Urbanismo UNAM	Superficie de la aptitud territorial generada para el uso urbano sostenible	Identificar las zonas con una aptitud territorial para el desarrollo urbano y también las zonas con mayor generación de bienes y servicios ambientales	Demarcaciones territoriales de interés

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Metodología Cualitativa

Métodos cualitativos					
Componente	Variables	Fuente de información	Método	Procesamiento	Tipo de resultados
Humedal	Formación histórica	Remanentes del gran lago de la Cuenca del Valle de México	Revisión de documentación histórica	Análisis de la narrativa y síntesis de los textos	Revisión de la formación histórica del humedal Tlahuac-Xico como un cuerpo de agua remanente del antiguo gran lago de la Cuenca del Valle de México
	Perturbación y degradación	Recorrido y análisis del paisaje	Recorridos y Regionalización por jerarquía multifactorial	Unidades de paisaje y análisis	Degradación y perturbación del paisaje del humedal por actividades urbanas
Dinámicas urbanas	Espacios de recreación al aire libre	Marco Geoestadístico, INEGI, 2020, Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020, Cartas Topográficas, INEGI, 2018, Diccionario Estadístico Nacional de Unidades Económicas, INEGI, 2022, Encuesta O-D de la ZMVM elaborada por la misma institución y el Instituto de Geografía de la UNAM, del año 2017, Sistema de Información y Gestión Educativa, SEGOB, 2022, y Sistema de Información Cultural, SEGOB, 2022, Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, 2021	Análisis de funcionalidad urbana	Funcionalidad urbana	Identificar dinámicas urbanas se desarrollan en las demarcaciones territoriales, y así, poder evaluar si el humedal existente forma parte de las mismas
	Equipamientos culturales y de educación			Problemáticas urbanas	
	Actividades económicas			Resiliencia urbana	
	Infraestructura				
	Distribución poblacional				
	Características de las viviendas				
	Manejo y Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos				
Actores	Gobierno, organizaciones sociales y locatarios	Asistencia de foros culturales sobre el humedal	Identificación de actores involucrados María Ortiz et. al. (2016) y Sue McGlynn junto con Ivor Samuels (2000)	Mapeo de actores y diagramas	Existe una presencia de organizaciones en la zona de estudio, mismos que cada uno de ellos juega un rol de poder sobre el humedal
Zonificación del uso de suelo	Tipo de zonificación de los usos de suelo designado en los instrumentos de planeación	Programas de Desarrollo Urbano de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad	Identificar la zonificación establecida sobre el humedal en los instrumentos de planeación	Señalización en mapa de divulgación	Superficie de las diferentes zonificaciones de uso del suelo para las demarcaciones

Fuente: Elaboración propia



Humedal Urbano Tláhuac-Xico
Tláhuac, Cd. Méx;
Valle de Chalco Solidaridad, Edo. Méx.

Condición actual del Humedal Urbano Tláhuac-Xico

3. Condición actual del humedal urbano Tláhuac-Xico

En este apartado se desarrolla el análisis de los principales resultados obtenidos de la metodología empleada. Comprende de tres subapartados, mismos que hablan de la condición actual del humedal Tláhuac-Xico, un breve análisis de actores involucrados, para poder así concretar en estrategias y recomendaciones para la rehabilitación del ecosistema como un elemento de infraestructura verde para el desarrollo urbano sostenible a nivel local y regional.

3.1. Caso de estudio

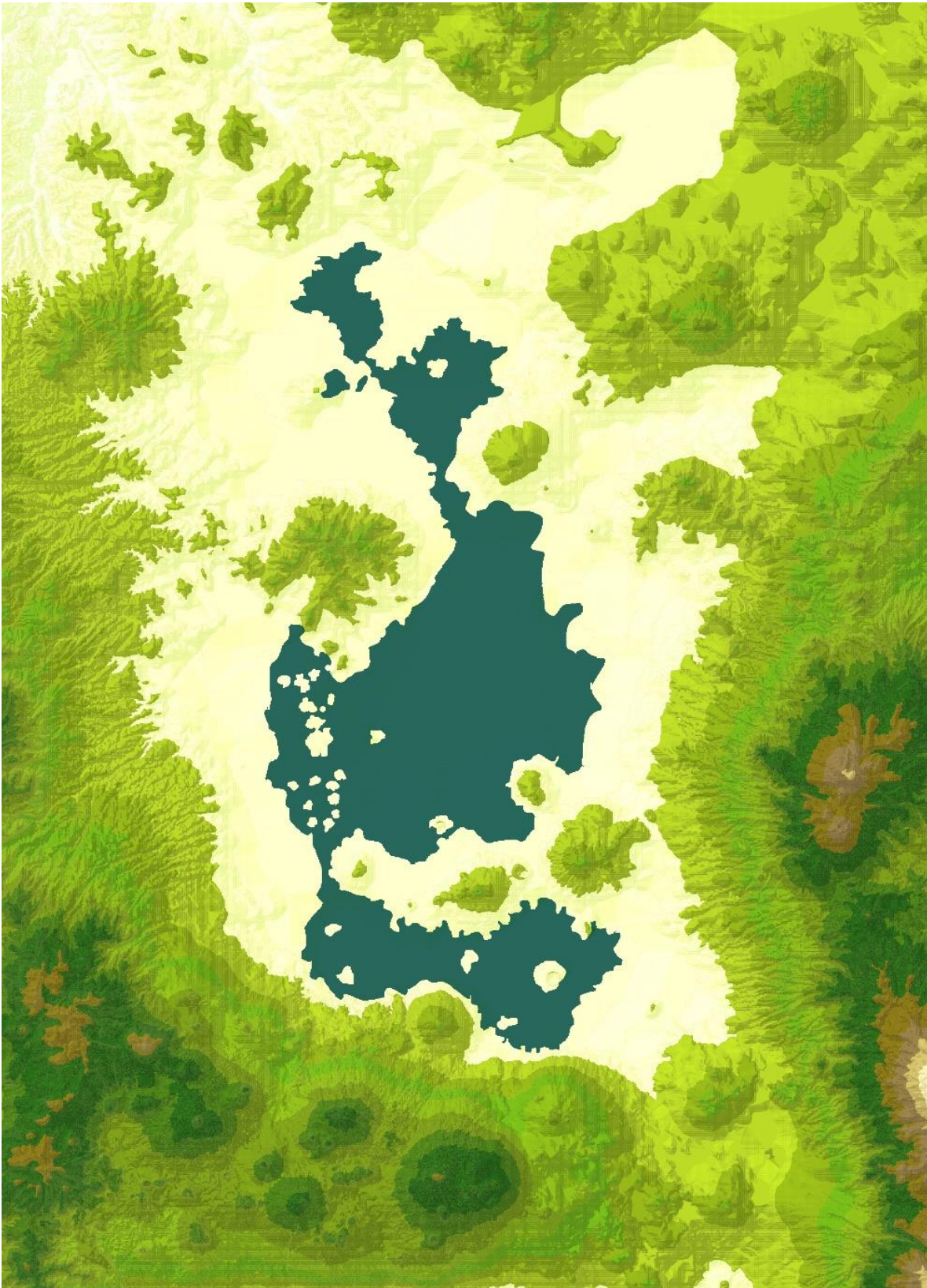
Es considerable rescatar que el desplazamiento de la superficie urbana de la ZMVM se encuentra en su mayoría en la planicie lacustre de la Cuenca de México, lo que antiguamente era un gran lago. El gran lago se formaba en épocas de lluvias, mientras que en la temporada de seca (septiembre-mayo) se desagregaba en cinco lagos de diferentes profundidades que oscilaban entre los uno a tres metros, el de menor profundidad era el Lago de Texcoco (López, 1989).

Como lo demuestran diferentes autores, pero con mayor énfasis Iracheta y Dávalos (2004), Martínez O. (2021) y la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México (SGIRPC) (2020), el proceso de desecación del gran lago, ha sido de diferentes maneras y por etapas desde el siglo XVI.

El periodo con mayor modificación por obras hidráulicas ha sido en el siglo XIX y en el siglo XX, épocas en las que el tema de la higiene y salubridad, además de evitar inundaciones, eran los lemas para crear infraestructuras de desagüe del mismo. También nos comentan que el crecimiento del área urbana y la preocupación de la propagación de enfermedades en la población por los miasmas del lago son el verdadero ímpetu de estas obras ingenieriles. Por su parte, no se contempló que esta pérdida de agua cambiaría el paisaje urbano y ambiental del lugar.

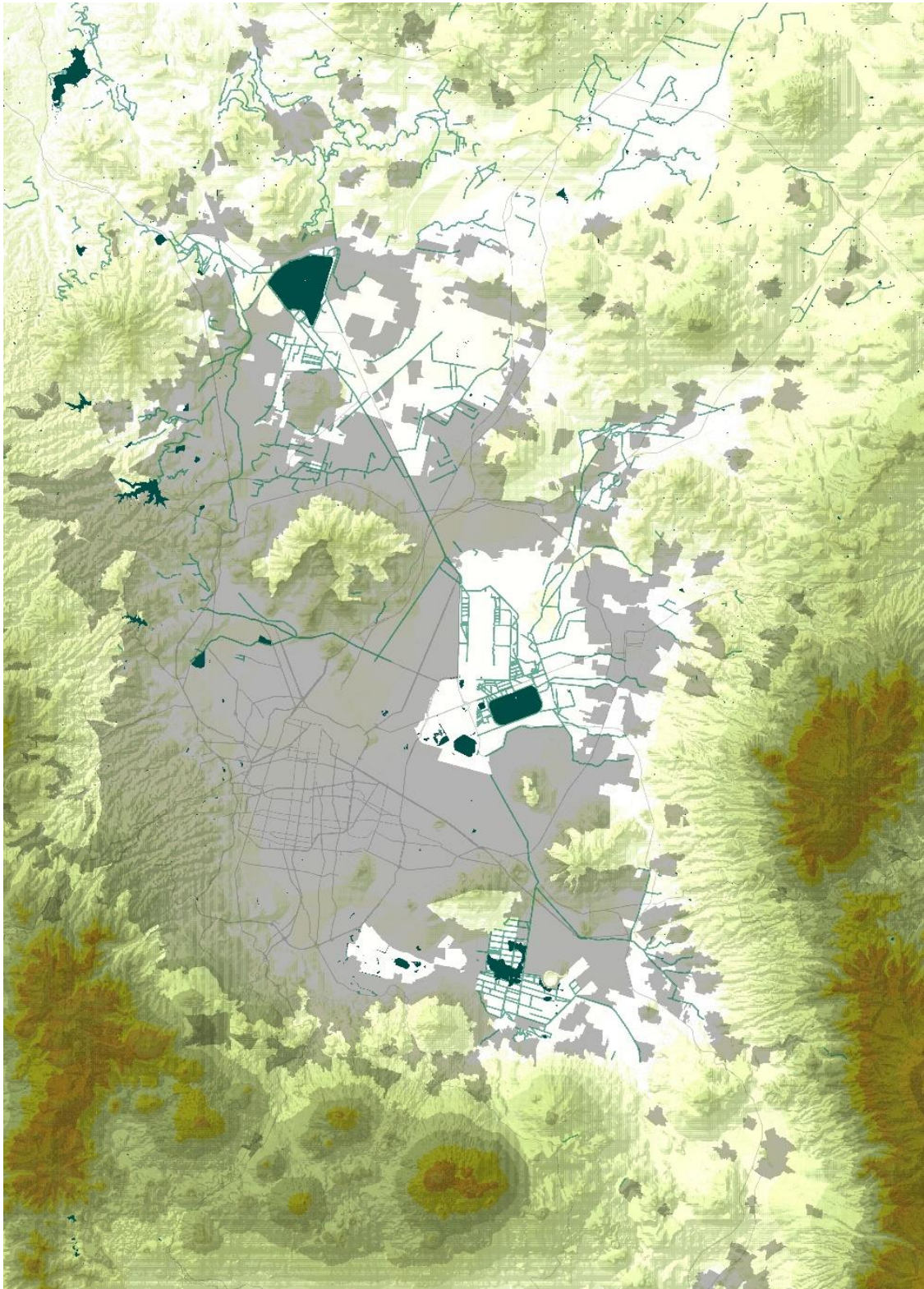
Con lo anterior, podemos conjeturar que el crecimiento de la ciudad fue un elemento de presión para el estado hídrico de la región. De este modo, el panorama actual que se vive en la Cuenca de México, cuyos cambios, al menos en la parte del recurso hídrico, se debe a la transformación del territorio por el crecimiento y dinámicas urbanas, hasta el punto de concretar lo que hoy se conoce como la ZMVM, una de las ciudades más grandes del país, una representación de ello se encuentra en los mapas 1 y 2.

Mapa 1 Recreación artística del Gran Lago de Texcoco de 1519



Fuente: Elaboración propia con datos de Lago de Texcoco 1519, Datos Abiertos de la Ciudad de México, 2023.

Mapa 2. Extensión de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2020



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico, INEGI, 2020 y las Cartas Topográficas, escala 1:50,000, INEGI, 2021

Y aunque el gran lago que existía haya perdido casi por completo su superficie física, las condiciones topográficas de la cuenca permanecen. La vulnerabilidad de inundación, de intensidad de sismos, de hundimiento e incluso del efecto de islas de calor en la megalópolis se generan principalmente en las zonas con suelo lacustre, es decir, en donde anteriormente se conformaban los diferentes lagos ya mencionados (Gobierno de la Ciudad de México, 2022).

De acuerdo con la CONABIO (2022), los principales cuerpos de agua remanentes del sistema lacustre que aún persisten son de dos tipos: 1) Lénticos, en los cuales se encuentran los canales y lagos relictos de Xochimilco y Chalco, lagos de Texcoco y Zumpango, así como la ciénega de Tláhuac y diversos vasos reguladores y de recreación, y 2) Lóticos; los que se consideran a los ríos Magdalena, San Buenaventura, San Gregorio, Santiago, Texcoco y Ameca, así como las aguas subterráneas del sistema acuífero.

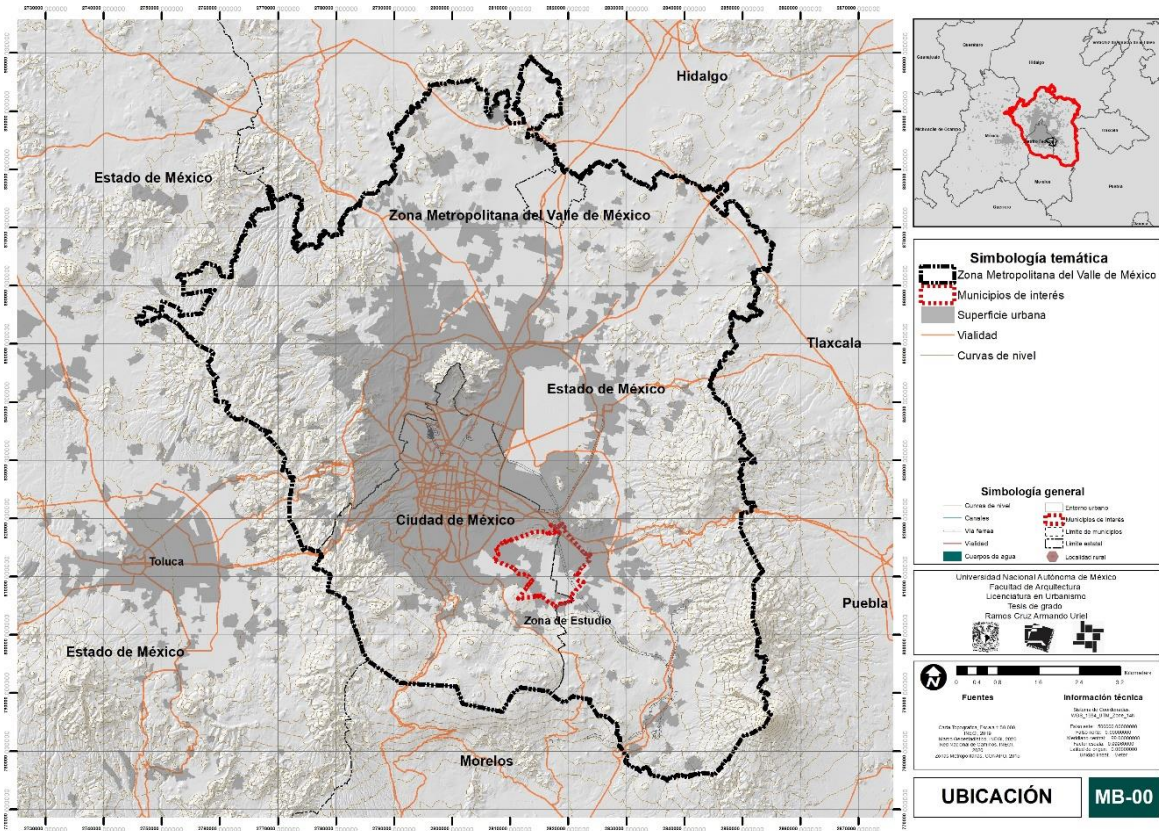
Estos ecosistemas se encuentran en un proceso de alteración por diversas problemáticas, entre las que se destacan la modificación del entorno provocado por la erosión de suelos, la desecación de cuerpos de agua, el crecimiento urbano no planificado, así como la sobreexplotación de los acuíferos. También existe la pérdida de estos medios acuáticos por el nivel de contaminación de sus aguas, pues en ellas se transportan las aguas residuales domésticas e industriales sin ningún tipo de tratamiento (CONABIO, 2022).

Un ejemplo de lo anterior es la zona lacustre sur de la ZMVM que comprende los polígonos de protección ambiental Patrimonio Mundial, Natural y Cultural de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta y el Parque Estatal Santuario del Agua de las Lagunas de Xico, la cual se encuentra afectada ambientalmente por diversas razones.

De acuerdo con la localización del sistema lacustre y de los principales remanentes superficiales, entre ellos el Humedal urbano de Tláhuac-Xico, la zona de estudio de interés lo abarcan las demarcaciones de la alcaldía Tláhuac, en la Ciudad de México, y la del municipio Valle de Chalco Solidaridad, en el Estado México, que se encuentran al sur de la zona metropolitana, tal como se muestra en el mapa 3.

Además, este cuerpo de agua presenta niveles de perturbación y contaminación por actividades urbanas en diferentes grados (León, 2020), sumándole que en las orillas del ecosistema existen asentamientos irregulares y 10 sitios clandestinos de residuos de construcción, mismos que han promovido el relleno de éste.

Mapa 3. Ubicación de la Zona de Estudio en la ZMVM



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico, INEGI, 2020

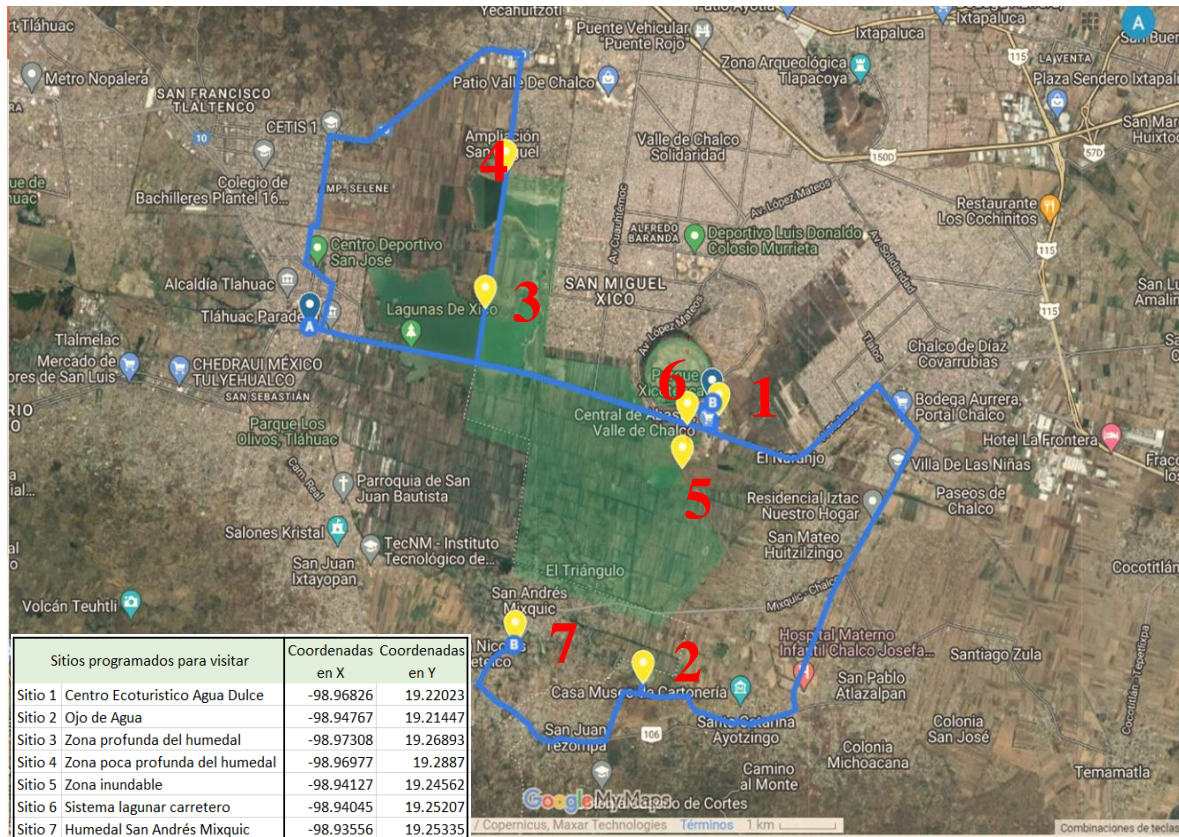
3.1.1. Visita de campo

Con todo lo anterior, se decidió realizar una visita de campo al Humedal urbano de Tláhuac-Xico, con el objetivo principal de visitar puntos estratégicos del ecosistema y del entorno urbano para identificar y reconocer in situ las problemáticas reales del mismo.

La visita se realizó el 05 de marzo del 2022, con una duración de 4 a 5 horas, aproximadamente. Los traslados fueron realizados en automóvil por la lejanía de los puntos entre sí, pero en cada punto se realizó un recorrido a pie. Las personas que participaron en la visita de campo colaboraron en el diagnóstico y observaciones de una manera más holística debido a que se formó un equipo interdisciplinario con la presencia de la Maestra en Arquitectura del Paisaje Gabriela Weiner Castillo, Maestra en Urbanismo Daniela Barrañón Gallardo, el Licenciado en Biología Isaac Aguilera Urquidi, y en el mismo recorrido se encontró a tres Licenciados en Ingeniería Agrónoma, Pedro García Peña, Eusebio Peña Ramírez, y Alfredo Pérez Peña (mismos que nos dieron una explicación más detallada de la dinámica y transformaciones paisajísticas en San Andrés Mixquic), además del estudiante en urbanismo que suscribe.

Cómo se muestra en la siguiente cuadro y mapa, el recorrido consistió en visitar el humedal con mayor superficie del ecosistema. También se buscó asistir a los cuerpos de agua de menor superficie identificados a los alrededores del cuerpo de agua principal. Se visitó así los siguientes puntos:

Mapa 4. Ubicación de los sitios por visitar en el recorrido



Fuente: Elaboración de Isaac Aguilera Urquidi como preparación para la visita de campo, disponible en <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=163acKuc9PuRuaLiHbdZfJ02mxFGP8t6I&ll=19.254066595668117%2C-98.95499706510384&z=13>

Observaciones generales

En el punto 4, denominada Zona poca profunda del humedal, se identificaron cuatro tipos de sistemas acuáticos:

- A) Canal; en el cual se identifica una profundidad aparente de 40 a 50 cm, con agua turbia y sedimentos en suspensión, además de vegetación secundaria (mayoritariamente pastizal), además de contener residuos sólidos urbanos, entre los cuales destacan los neumáticos y bolsas y recipientes de plástico. En este punto el ambiente es socialmente tenso, debido a la extrañeza

de los pobladores locales hacía los visitantes, falta de salidas de escape o emergencia y ausencia de autoridades de seguridad. Lo anterior se ilustra en la figura 12.

- B) Válvula de bombeo; se caracteriza por ser una instalación de bombeo que pertenece a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Tiene una profundidad aparente de 170 cm, con agua estancada con signos de eutrofización, y vegetación secundaria de tipo pastizal, tal como se muestra en la figura 13.
- C) Canal lateral carretero; está formado por la delimitación del talud dónde se ubican las viviendas de la colonia Ampliación San Miguel y la vialidad Ciudad de México-Estado de México, presenta laderas inestables hechas de material de construcción de grava, arena y aparentemente residuos de construcción. Se identifica agua con mal olor y una alta eutrofización, además de arbustos secos de tronco blanquecino, y con una profundidad aparente de 150 cm. Punto que se ilustra en la figura 14.
- D) Cuerpo de agua del humedal; ubicado al poniente de la carretera fronteriza, con pertenencia a la alcaldía de Tláhuac. Presenta ser un cuerpo de agua de sistema lenticó, agua con principios de contaminación por materiales suspendidos del canal lateral carretero, con vegetación de pastizal en las orillas, además de la poca presencia de aves, entre los que se destaca el Playero diminuto (*Calidris minutilla*) y el Rayador Americano (*Rynchops niger*), tal como se presenta en la figura 15.

Figura 12. Imagen del canal en el Sitio 4 Zona poca profunda del humedal



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

Figura 13. Válvula de bombeo en el Sitio 4 Zona poca profunda del humedal



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

Figura 14. Canal carretero entre el asentamiento informal y la vialidad fronteriza



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

Figura 15. Cuerpo de agua del humedal con vista hacia Tláhuac



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

En el sitio 3, con el nombre de Zona profunda del humedal se determinaron dos subtipos de sistemas acuáticos: 1) Subzona pozo de agua CONAGUA, 2) Subzona agropecuaria, y 3) Subzonas de aguas abiertas e islotes; ambos causados por la presencia de la vialidad que divide las entidades federativas. En tal sentido, las características de dichos sistemas acuáticos son las siguientes:

1) Subzona pozo de agua CONAGUA: se encuentra ubicada la instalación superficial del Pozo II de la Comisión Nacional de Agua, presenta menos profundidad que la subzona 2 de este punto. Además, el agua presenta sedimento suspendido y señales de eutrofización. Asimismo, se observa que es una zona de alimentación unas cuantas aves, como a continuación se observa en la figura 16.

Figura 16. Pozo de agua de CONAGUA en el Sitio 3 Zona profunda del humedal



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

2) Subzona agropecuaria: está se encuentra a la mitad de la vialidad fronteriza, y marca un punto de inflexión en la forma y características del paisaje del ecosistema. En esta zona se desarrollan actividades principalmente de ganadería, existen bovinos de diferentes tamaños, además de tres construcciones con material no duradero y delimitación de establos con madera. Lo anterior se observa en la figura 17.

Figura 17. Zona agropecuaria en el Sitio 3 Zona profunda del humedal



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

Figura 18. Islotes en el Humedal Tláhuac-Xico



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

3) Subzona de aguas abiertas e islotes: esta es la zona que presenta por un lado las características más parecidas a las de un humedal, debido a que aparentemente muestra un mayor estado de conservación, sin embargo, al mismo tiempo, se encuentran subdivisiones de concreto y maya ciclónica oxidada en algunas partes. En este punto se observa un desarrollo de flora y fauna en mejor estado y cantidad, se encuentran poblaciones de aves Playero diminuto (*Calidris minutilla*) y Rayador Americano (*Rynchops niger*), acompañada de Tules (Genero *Typha*). Lo anterior se ilustra en la figura 18 y 19.

Figura 19. Subdivisiones con concreto y maya ciclónica en la zona profunda del humedal



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

Es importante mencionar que para llegar y salir de este sitio se recorrió la carretera Ciudad de México-Estado de México, misma que sirve como línea fronteriza entre las dos entidades federativas, y que es de acceso controlado, pues en el cruce con la carretera Tláhuac-Chalco, los elementos de seguridad ciudadana informaron que no es posible transitar libremente por la vía debido a que es considerada zona federal.

Figura 20. Sistema lagunar sobre la carretera Tláhuac-Chalco



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

En el sitio 6, sistema de lagunar carretero, no fue posible acceder a pie, debido a que no hubo forma de estacionar el vehículo, por lo que únicamente se observó a lo lejos y de manera rápido. En dicha observación se encontró taludes inestables con rastro de residuos sólidos urbanos, tal cual como se observa en la anterior figura.

En el punto 7, Parque Ecológico Xico, no se pudo recorrer a pie debido a que se encontraban en proceso obras de reconstrucción, según los trabajadores que encontramos en el momento. Estas obras, según los informantes, son para mejorar el acceso al parque y al cuerpo de agua. Es preciso mencionar que no se logró identificar este último en el sitio.

El sitio 2, Ojo de agua, que se decidió visitar se encontró con un par de pobladores que provocaron un ambiente tenso por la extrañeza de nuestra presencia. Durante el recorrido se encontró indicios de quema de pastizales, marcas que delimitan superficies de terrenos, además de residuos sólidos urbanos dispersos.

Figura 21. Humedal de San Andrés Mixquic



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

El sitio 1, Humedal de San Andrés Mixquic, se observó la presencia del desahogo de agua tratada al cuerpo de agua, lo que ocasiona altos nutrientes para el desarrollo de flora acuática, entre la que destaca el lirio acuático, en general, se observó un sistema acuático de tipo circuito que se canaliza mediante una bomba a las tierras de uso agrícola para los cultivos, dicho humedal se observa en la figura 20.

En este punto se logró entablar relaciones amenas con tres agrónomos, mismo que se encontraban bombeando agua para sus cultivos en ese momento. Los nombres de las personas son: Pedro García Peña, Eusebio Peña Ramírez, y Alfredo Pérez Peña, quienes presentaban un parentesco en común, por lo que el cuidar esta parte visitada era su obligación entre ellos mismos.

De acuerdo con la narrativa de dichas personas, se comprendió que antes existía un ojo de agua, en dónde nacía el agua del humedal, sin embargo, desapareció a partir de la construcción del pozo de extracción de Santa Catarina II de CONAGUA, parte de la visual de este ojo de agua que se secó al paso del tiempo se ilustra en la siguiente figura.

Figura 22. Ojo de agua seco en el Humedal San Andrés Mixquic



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

Asimismo, indicaron preocupación por la erosión del suelo, lo que hace que ocupen las plantas flotantes del humedal como abono orgánico, además de utilizar el método de policultivo, para darle tiempo al suelo recuperar sus minerales. Los cultivos que generalmente producen son: espinacas, lechugas, brócoli, acelga, romero, entre otros, estos productos se venden en la central de abastos de Valle de Chalco Solidaridad, así como en el mercado de San Andrés Mixquic. Por último, mencionaron que les gustaría acompañamiento técnico para mejorar las prácticas de cultivo, así como el bombeo y tratamiento del agua del humedal existente.

En general este punto, es una zona potencial para lograr una intervención en materia de restauración ambiental, construir un tejido social más consiente sobre el cuidado del humedal, impulsar actividades económicas sostenibles, así como el reconocimiento histórico cultural de la zona lacustre en el Pueblo de San Andrés Mixquic.

El escenario de los cultivos con el cuerpo de agua del humedal se observa a continuación:

Figura 23. Zona de cultivos y el humedal de San Andrés Mixquic



Fuente: Foto tomada en la visita de campo el 05-03-2022

Con todo lo anterior se identifican los principales problemas que presenta el Humedal urbano de Tláhuac-Xico. Entre los principales temas se identifica que existe una fuerte presión por el crecimiento de la superficie urbana, de una manera que ciñe el aumento de la superficie del cuerpo de agua, principalmente en Valle de Chalco Solidaridad al norte y oriente de este.

De igual manera, se identificó que, en las orillas cercanas a los asentamientos humanos existentes, se presenta una contaminación del agua por residuos sólidos urbanos y de construcción (lo que ha efectuado su relleno) y el desahogo del agua de drenaje de las viviendas aledañas. Se precisa que, en el norte del humedal, es el punto de mayor grado de perturbación visual y cambio paisajístico, pero que dicha situación se replica en las orillas colindantes a las zonas urbanas.

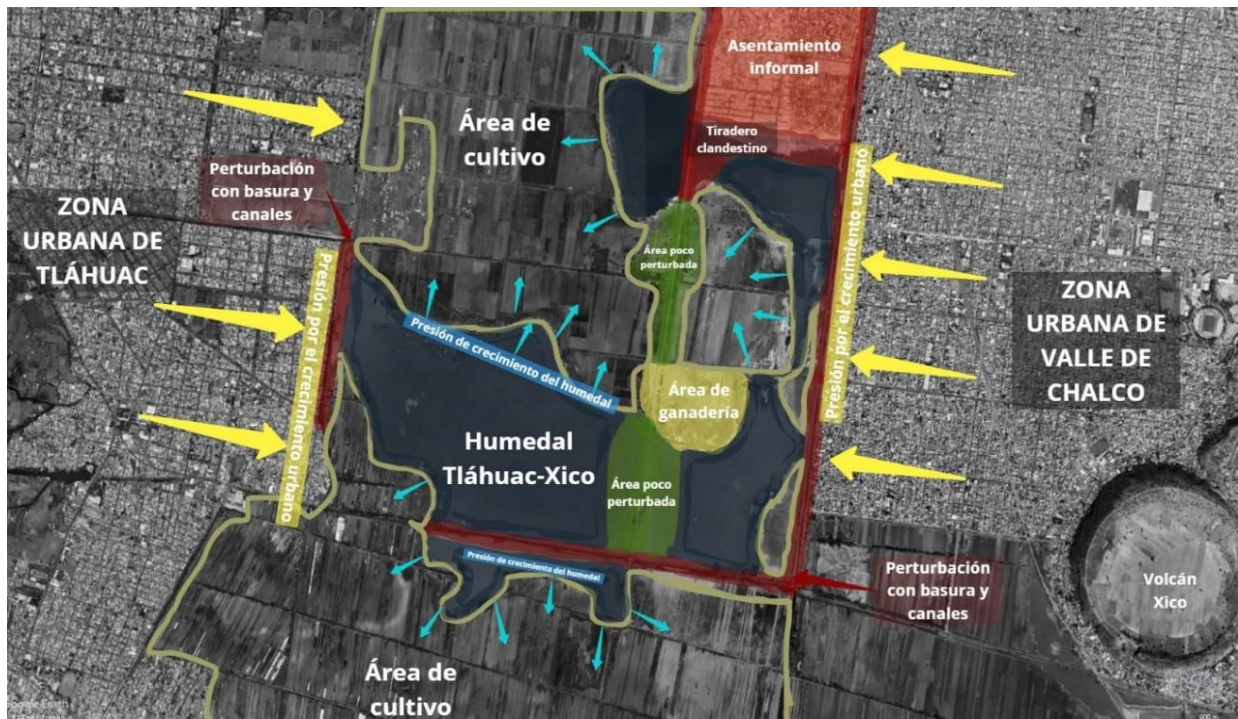
También se identificaron actividades ganaderas al centro del humedal, se observó que en esta parte la dinámica del ecosistema es perturbada por el dinamismo efectuado por los bovinos presentes, además de la modificación del entorno por los elementos constructivos que requieren para su encierro.

Sin embargo, en la vialidad Ciudad de México - Estado de México, misma que divide al humedal en dos, se distingue que desde el centro del cuerpo del agua hasta la salida hacia la vialidad Carretera Tláhuac-Chalco, mantiene un estado ambiental (visualmente hablando) de mejor conservación, debido a que dicha vialidad fronteriza no está abierta al público, por lo que la baja interacción humana hace que esta parte este mejor conservada y pueda apreciarse la flora y fauna de este ecosistema.

Por otro lado, y como punto a rescatar, se reconoce que las prácticas chinamperas, o al menos de agricultura con técnicas de policultivo, aún se encuentran presentes en San Andrés Mixquic, pese al cambio paisajístico y ecosistémicos que ha tenido, lo que presenta una oportunidad para su reincorporación en la prácticas económicas, ambientales y culturales.

El resumen de las problemáticas anteriormente identificadas, principalmente en el cuerpo de agua principal del Humedal urbano Tláhuac-Xico se resumen en el mapa 5.

Mapa 5. Problemáticas del Humedal urbano Tláhuac-Xico



Fuente: Elaboración propia

3.2. Crecimiento histórico del humedal y el entorno urbano

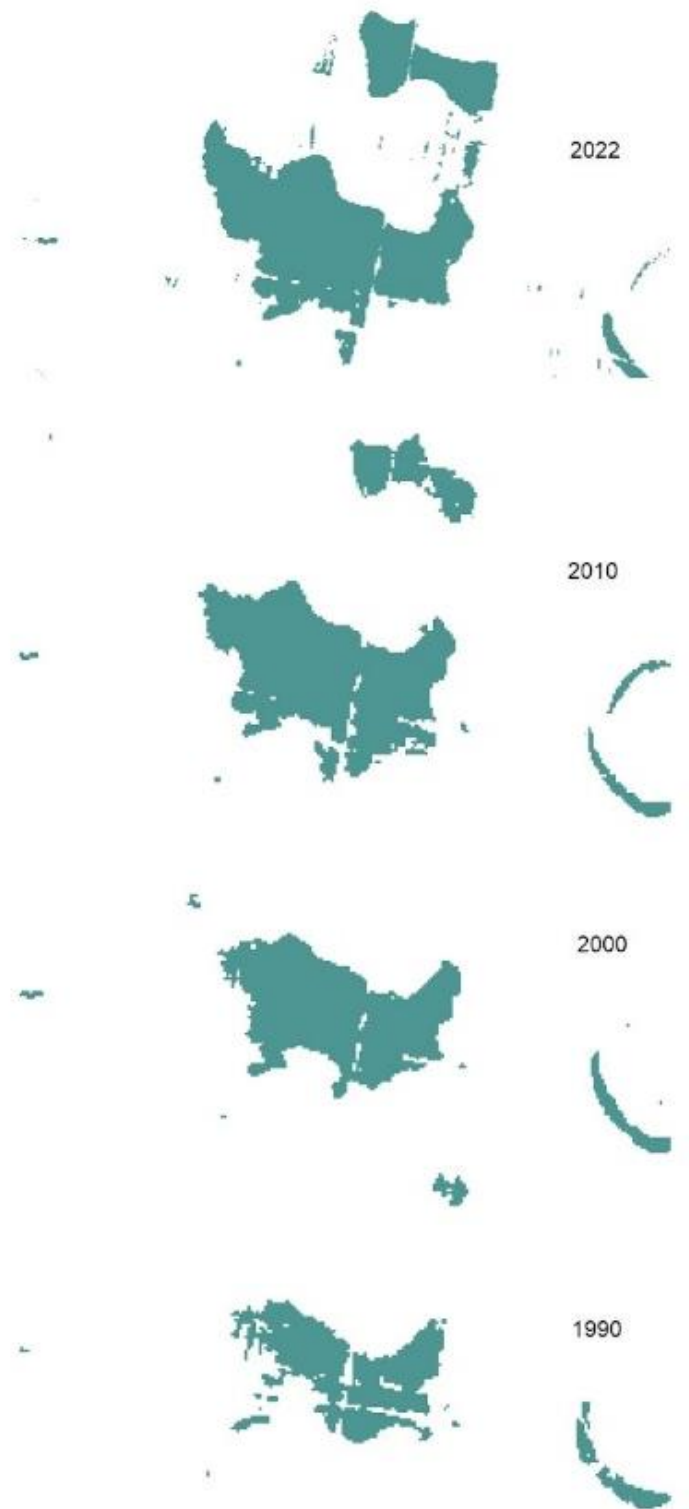
El humedal Tláhuac-Xico se ha conformado por las características geográficas del sitio, así como el suceso de diferentes hundimientos del suelo a lo largo de las últimas cuatro décadas por el efecto de la extracción de agua del subsuelo mediante pozos profundos del Sistema Mixquic-Santa Catarina (Ortiz, Z. & Ortega, G., 2007).

Ortiz Z. y Ortega G. (2007) nos indican que desde los años '70 al año 2006 el lago de Chalco y su planicie habían tenido un hundimiento de 12 m en general, sin embargo, destacan que es el centro del lago la zona con mayor hundimiento. La deformación vertical topográfica tiene una velocidad de hundimiento de 40 cm/año y que esto continuará durante los próximos años. Dicha condición de crecimiento del humedal pone en riesgo por inundación a la zona urbana aledaña, así como la pérdida de suelo agropecuario y fragmentación de la infraestructura de servicios públicos urbanos.

Como demostración de lo anterior, la elaboración cartográfica a partir de imágenes satelitales de las décadas de 1990, 2000, 2010, y 2022, corroboran lo que Ortiz y Ortega (2007) demuestran, que el humedal Tláhuac-Xico es un caso relevante debido a que el ecosistema ha crecido y aumentado su volumen de agua a causa del hundimiento del subsuelo provocado por la extracción de agua subterránea mediante pozos para el uso urbano. La forma actual del humedal es el resultado de las diferencias de estrato que tiene la zona, así como de la sobreexplotación de los mantos acuíferos. De esta manera, el análisis de las imágenes satelitales demuestra el crecimiento superficial del humedal a lo largo de las cuatro décadas seleccionadas (ver figura 24).

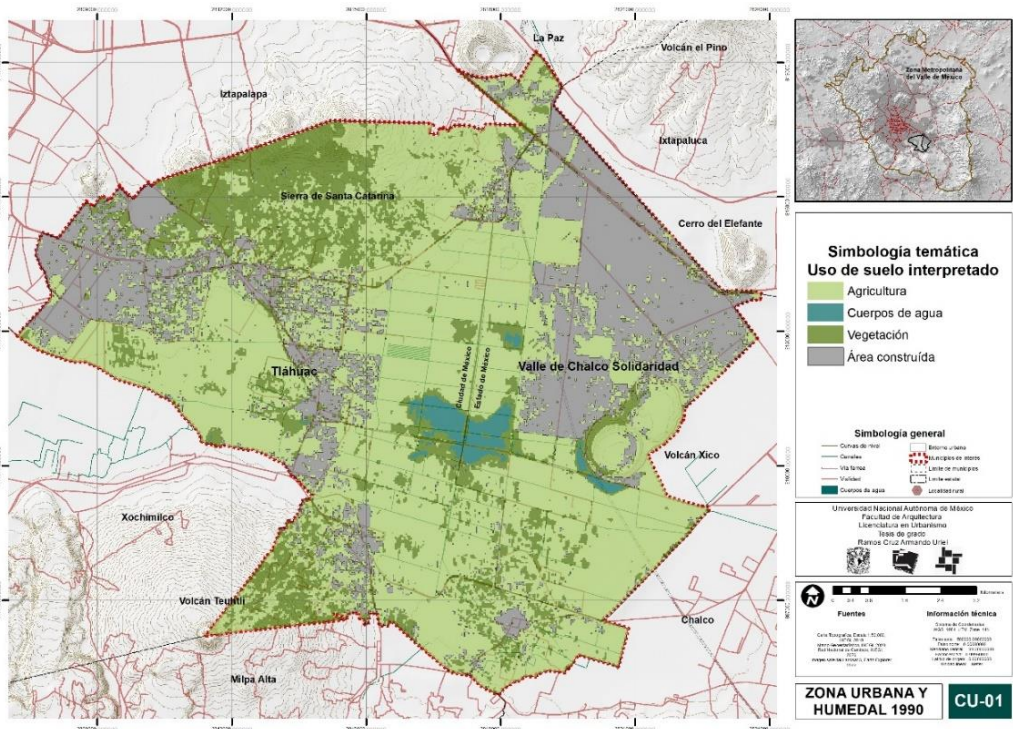
A lo largo de este análisis sobre el crecimiento superficial en las cuatro décadas e incorporadas en el tabla 4, se identifica que el mayor crecimiento de la superficie urbana se da entre la década de 1990 y 2000, con una superficie estimada de 1316.7 ha a una tasa de crecimiento anual del 3.45%, mismas que se ven reflejadas en los mapas 6 y 7. Mientras que el crecimiento superficial de mayor cantidad (un total aproximado de 140 ha) del humedal se dio entre la década de 1990-2000 y 2000-2010 a una TCMA de 4.85% y 3.37%, respectivamente. Otro caso a resaltar es la estimación del aumento del suelo erosionado en la década de 2000-2010, así como la pérdida de vegetación en la misma década a una TCMA del 3.59%. Lo anterior, nos indica un periodo en donde se transformó el paisaje tras la pérdida de la vegetación y humedad en los suelos.

Figura 24. Diagrama de la evolución de la superficie del humedal urbano Tláhuac-Xico



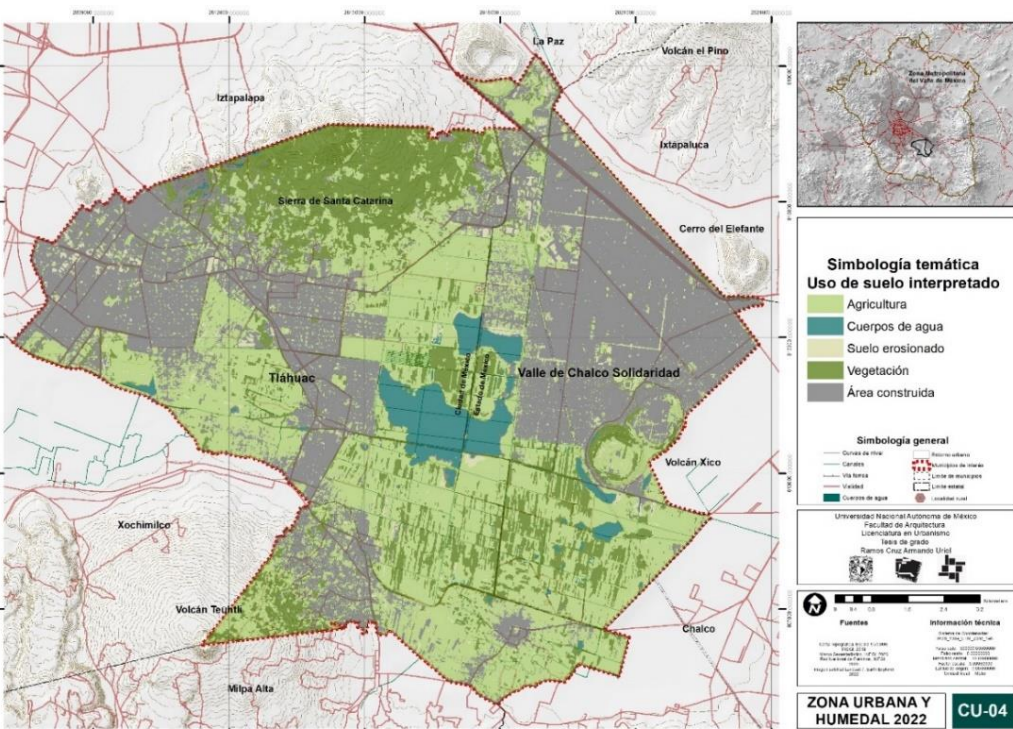
Fuente: Elaboración propia con el análisis de imágenes satelitales Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8, en las décadas de 1990, 2000, 2010, 2022. (INEGI, 2020)

Mapa 6. Superficie del Humedal urbano Tláhuac-Xico y la zona urbana en 1990



Fuente: Elaboración propia con la información obtenida del procesamiento de las imágenes satelitales de Landsat 5

Mapa 7. Superficie del Humedal urbano Tláhuac-Xico y la zona urbana en 2022



Fuente: Elaboración propia con la información obtenida del procesamiento de las imágenes satelitales de Landsat 8

Tabla 4 Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de las superficies analizadas

Superficie por categoría	Tasa de Crecimiento Media Anual		
	1990-2000	2000-2010	2010-2022
Área construida	3.45	0.85	0.06
Agrícola	-3.99	0.18	0.11
Vegetación	0.28	-3.59	3.59
Cuerpos de agua	4.85	3.73	1.06
Suelo erosionado	0.00	9.93	-15.72

Fuente: Elaboración propia

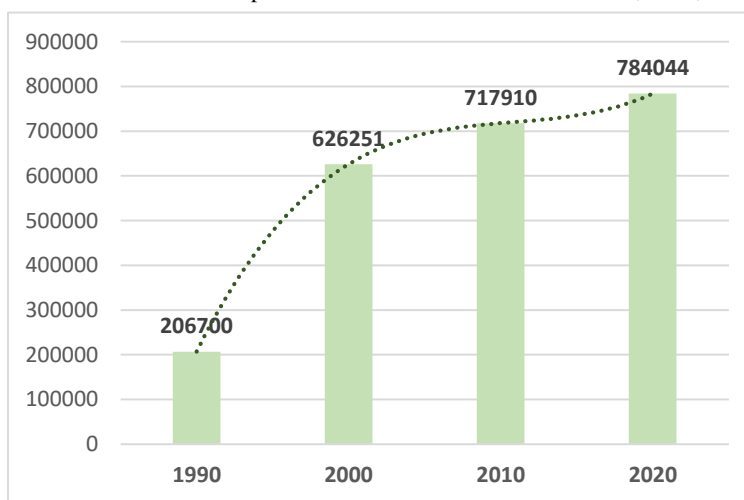
Como se muestra en la tabla 5 y gráfico 2, la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de la población fue alta en los años de 1990 al 2000, en comparación con las dos últimas décadas. Lo anterior se derivó precisamente por la creación del municipio de Valle de Chalco Solidaridad en 1994 impulsando la consolidación de la población urbana (Hiernaux, N. & Lindón, V., 2000).

Tabla 5 TCMA poblacional de la zona de estudio

TCMA		
Período de observación		
1990-2000	2000-2010	2010-2020
3.89	1.75	0.86
0.00	1.01	0.91
3.89*	1.38	0.89

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de los Censos de Población y Vivienda, INEGI, 1990, 2000, 2010, y 2020

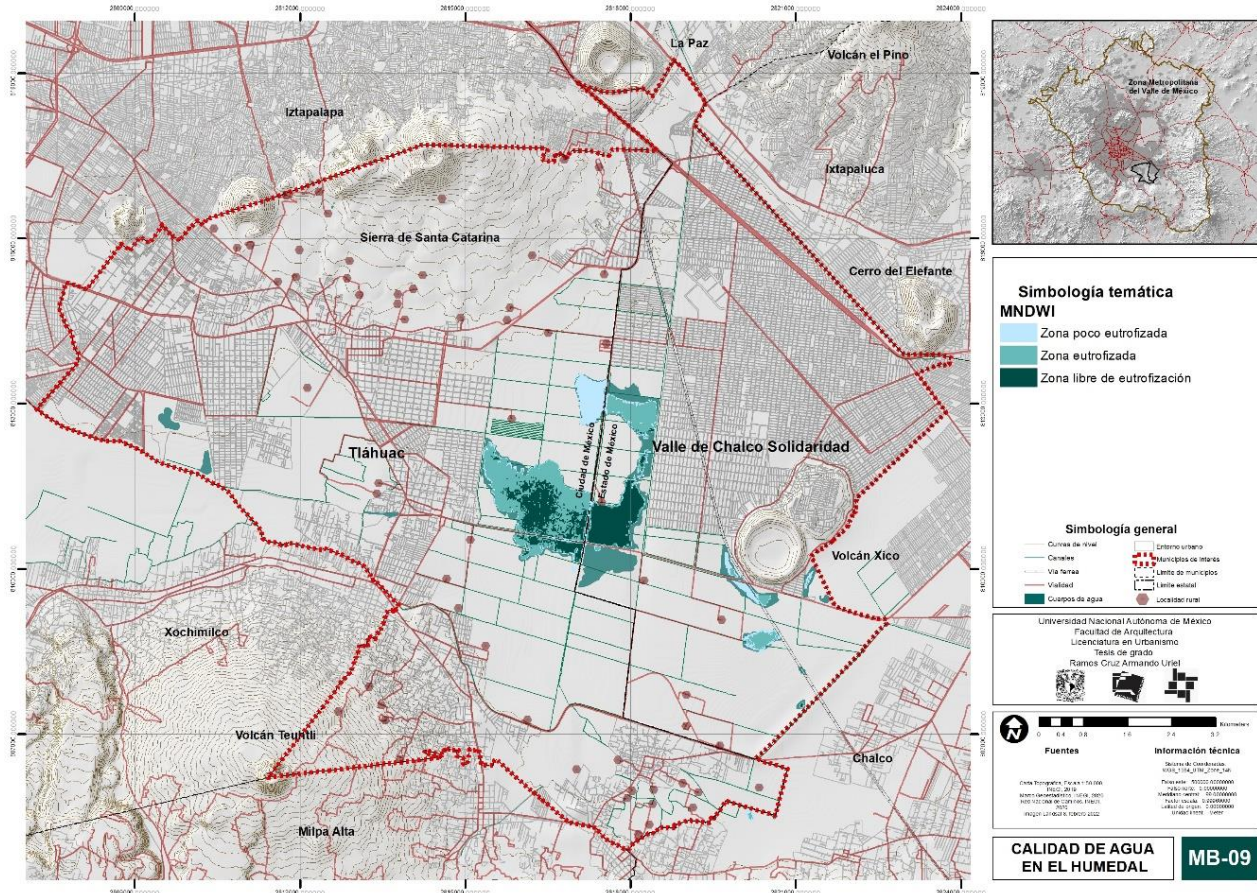
Gráfico 2 Crecimiento de la población de la zona de estudio en 1990, 2000, 2010 y 2020



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de los Censos de Población y Vivienda, INEGI, 1990, 2000, 2010, y 2020

Por otro lado, de acuerdo con el método MNDWI que se utilizó para poder delimitar la superficie más reciente (febrero del 2022) del humedal urbano de Tláhuac-Xico, se obtuvo que éste presenta una superficie de 505.65 hectáreas. No obstante, con el mismo procedimiento se determinó que el humedal presenta zonas diferenciadas en la calidad del agua, dando como resultado que el gran cuerpo de agua se divida 4 zonas mediante SIG que abarca desde el agua poco eutrofizada hasta el agua muy eutrofizada, tal como se muestra en el siguiente mapa.

Mapa 8. Calidad de agua del Humedal urbano Tláhuac-Xico



Fuente: Elaboración propia con base en los datos del Índice MNDWI obtenido

Esta evaluación que se realizó mediante SIG, no se encuentra alejada a lo que describe Guadalupe de la Lanza y Salvador Hernández en su artículo “Variación de la calidad del agua de la Ciénega de Tláhuac, México” (2019), en donde nos muestran las diferencias entre los distintos remanentes del humedal. El estudio consistió en analizar las diferentes variables como la temperatura, la presencia de Hidrógeno, el color, la conductividad, sulfatos, dureza, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación, entre otros elementos que determinan la calidad del agua.

El resultado de los diferentes procesos y análisis que realizaron los autores arrojaron que el agua de la Ciénega contiene altos niveles de materia orgánica al grado de una hipereutrofización generando condiciones ambientales extremas donde únicamente pueden coexistir especies y organismos muy tolerantes o adaptativos. De igual manera, determinaron que la descarga de aguas antropogénicas y de actividades agrícolas y agropecuarias sin ningún tipo de tratamiento impulsa este estado de agua poca oxigenada y pone en riesgo el equilibrio de este ecosistema afectando a la flora y fauna.

3.3. Vinculación de las dinámicas urbanas con el ecosistema

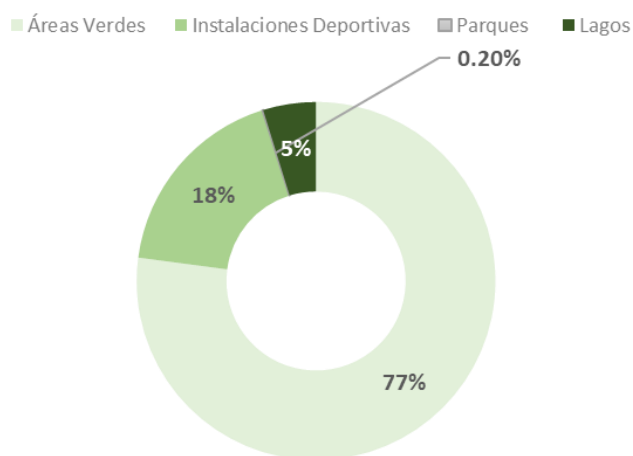
En este apartado se analiza el territorio en conjunto desde las principales dinámicas urbanas identificadas, en conjunto, con la intención de generar un panorama de como el contexto urbano junto con sus actividades y condiciones se vincula con el Humedal urbano Tláhuac-Xico.

3.3.1. Estructura urbana recreativa y cultural

3.3.1.1. Espacios públicos o áreas verdes diseñadas

La zona de estudio comprendida entre las demarcaciones de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad, al sur de la ZMVM, tienen un total de 307 espacios de recreación al aire libre con una superficie que suma en total 249.47 ha, de los cuales el 77% lo conforman las Áreas Verdes, el 18% instalaciones deportivas, el 5% lagos, y el 0.2% son parques, tal como se presenta en el siguiente gráfico.

Gráfico 3 Superficie de espacios de recreación al aire libre en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico, INEGI (2020) y el Inventario de Áreas Verdes, Datos Abiertos de la Ciudad de México (2022)

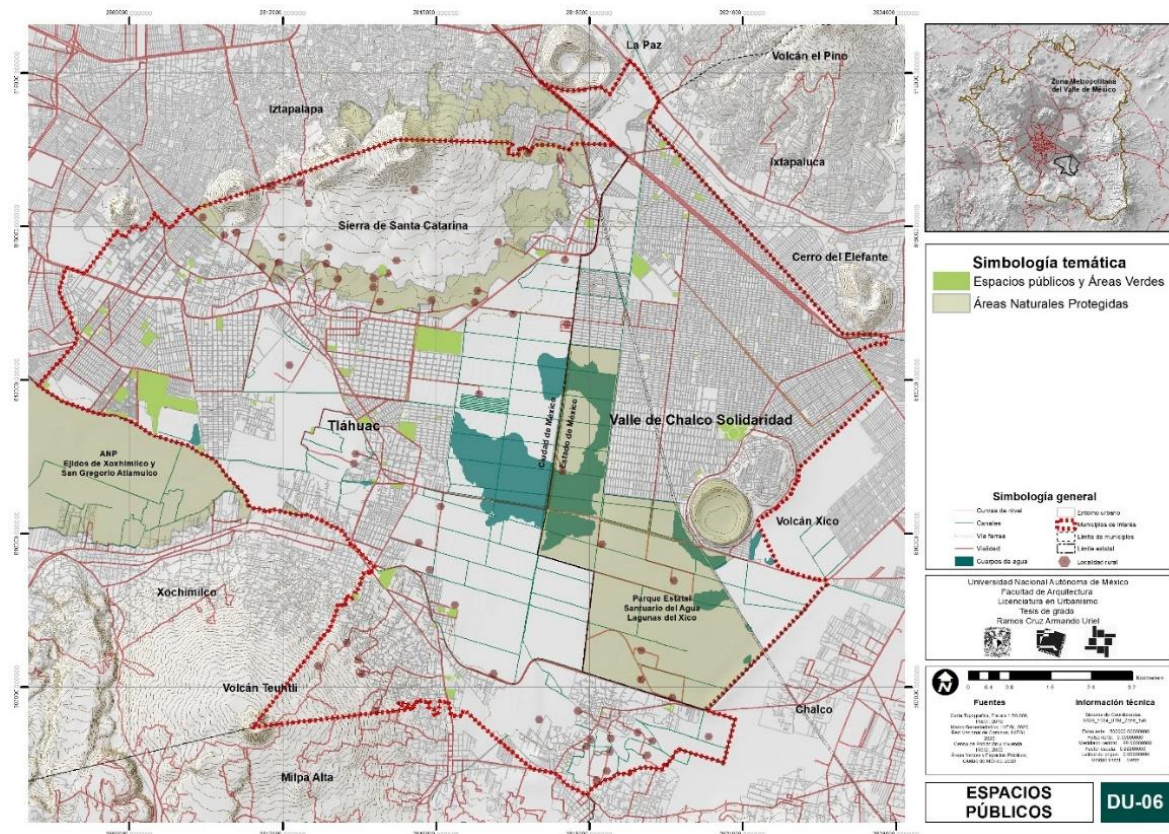
No obstante, la existencia de estos elementos urbanos es diferenciada entre las dos demarcaciones, pues más de la mitad se concentran en la demarcación de Tláhuac, además esta entidad tiene una diversidad de espacios de este tipo pues se encuentran espacios denominados como parques y lagos,

mientras que en el municipio de Valle de Chalco Solidaridad en su mayoría son instalaciones deportivas lo que imposibilita la versatilidad y flexibilidad de incluir otras actividades en esos espacios.

La distribución de estos espacios se observa en el mapa 9, en el cual se observa a simple vista la ubicación de los espacios con mayor cobertura en la zona de estudio, siendo Tláhuac la entidad con más superficie de este tipo. Asimismo, se observa que la presencia de estos espacios abiertos en Valle de Chalco Solidaridad está consolidada por dimensiones pequeñas, por lo que no sobresalen demasiado en el mapa referido. Además, es imperante resaltar que ningún elemento de este tipo esta interconectado o mantiene una vinculación directa con el ecosistema del humedal.

Por último, la cuantificación de dichas cifras resulta un total de 3.22 m² de área verde por habitante en la Zona de Estudio, cifra que está muy por debajo del parámetro de la Organización Mundial de la Salud (OMS) el cual indica que para garantizar el bienestar humano se requieren de mínimo 16m² de áreas verdes por habitante.

Mapa 9. Espacios públicos y áreas de recreación en la Zona de Estudio

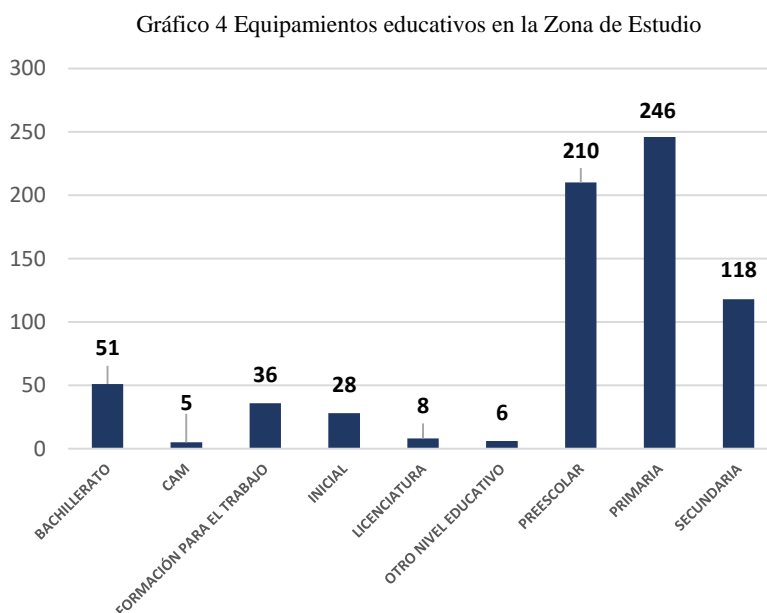


Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico, INEGI (2020) y el Inventario de Áreas Verdes, Datos Abiertos de la Ciudad de México (2022)

3.3.1.2. Equipamientos

Para este apartado se seleccionaron dos subsistemas de los doce enlistados por la Estructura del Sistema Normativo de Equipamientos, SEDESOL (1991). Los subsistemas de equipamiento para este análisis son los que pertenecen a los temas de Educación y Cultura, pues resultan de interés para distinguir los actores e instalaciones clave para vincularlos al humedal con estrategias y acciones.

En cuanto al equipamiento educativo, y como se observa en la siguiente gráfica, la zona de estudio tiene un total de 708 equipamientos educativos, de los cuales las primarias representan el 34.7% del total, seguidas por los preescolares los cuales representan el 29.6%, secundarias con el 16.6% y los bachilleratos suman el 7.2%.



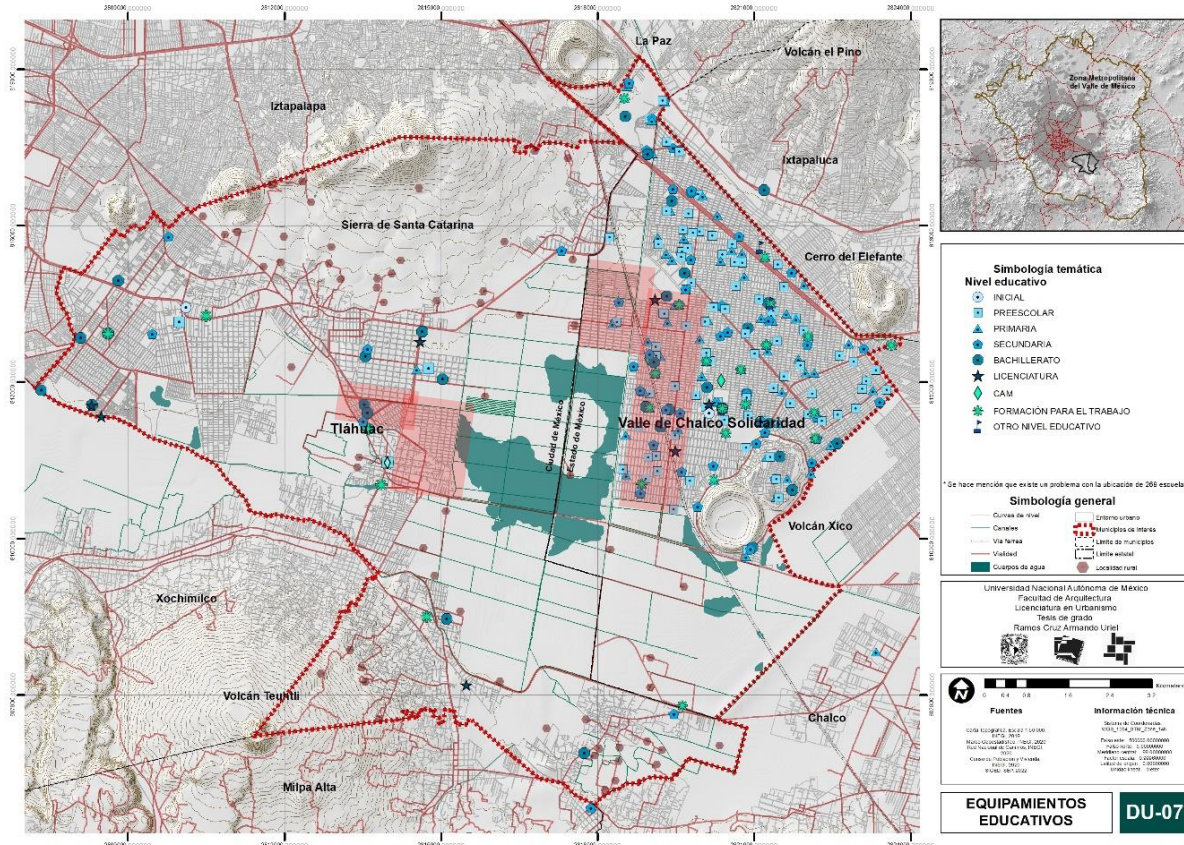
Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED) 2022 para los municipios de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad

Con todo lo anterior, podemos recabar que la presencia de equipamientos educativos en la zona de estudio es amplia, y que los equipamientos de nivel educativo básico, siendo las primarias y preescolares, son las que mayor existencia tienen, mismas que se pueden incorporar a las estrategias mediante la capacidad de involucrar a los diferentes actores jóvenes que asisten estos centros educativos.

Por último, en el mapa 10 se identifica que existe la posibilidad de promover actividades referentes a educación ambiental en un total aproximado de 35 de escuelas que se ubican en la zona urbana inmediata al ecosistema, mismas en las que asisten cerca de alumnos, actores potenciales para

involucrar el conocimiento y acercamiento al humedal desde la parte educativa, siendo la entidad de Valle de Chalco Solidaridad la que mayor número de escuelas presenta muy próximas al ecosistema.

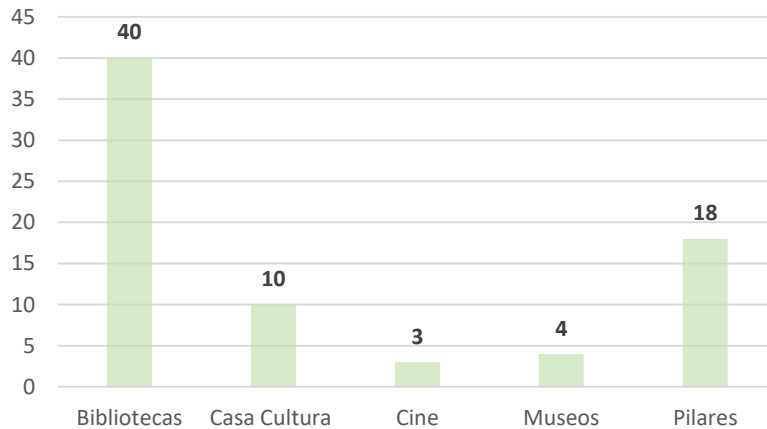
Mapa 10. Equipamientos educativos en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED) 2022 para los municipios de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad

La información respecto al equipamiento cultural que se obtuvo del portal SIG Cultural de la Secretaría de Cultura (2022), indica que para la zona de estudio tiene un total de 75 equipamientos culturales, de los cuales el 53.3% pertenece a Bibliotecas, el 24% son Pilares que únicamente se localizan en Tláhuac. Y con menor presencia se tienen los centros cinematográficos y los museos que representan el 4% y el 5.3%, respectivamente, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 5 Equipamientos culturales en la Zona de Estudio



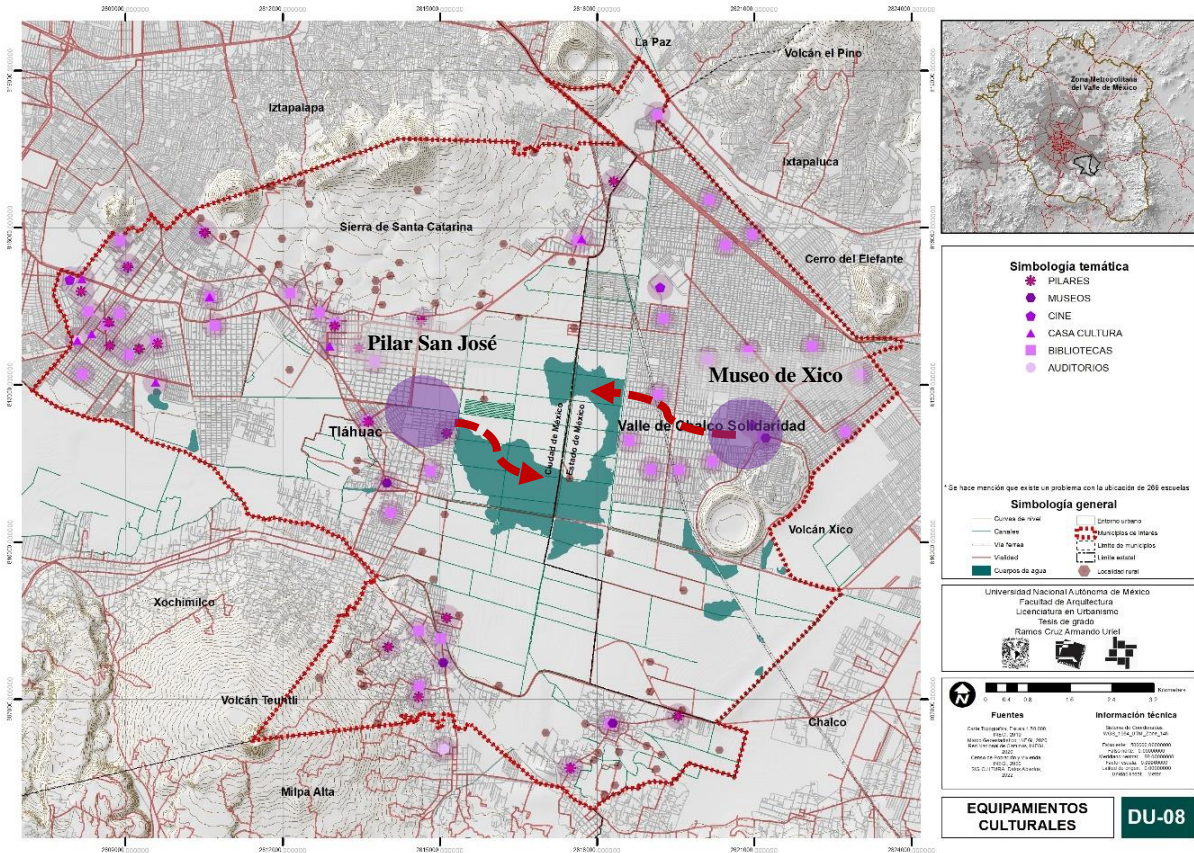
Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Cultural (SIC México), 2022, y Portal de Datos Abiertos de la Ciudad de México, 2022.

En otras palabras, la zona de estudio presenta un superávit en cuanto a este tipo de equipamientos de acuerdo con el índice desarrollado por Eliud Silva (2009)⁸. No obstante, la oferta cultural es reducida pues cerca del 50% de los equipamientos son bibliotecas, y con mayor énfasis, existe un rezago de diversidad de equipamiento cultural en el Municipio de Valle de Chalco Solidaridad. Además, se resalta que las instalaciones de Pilares en Tláhuac pueden aprovecharse para generar dinámicas como talleres, conferencias o actividades culturales relacionadas con el humedal y su rehabilitación.

En el siguiente mapa se muestra la distribución en el territorio de este tipo de equipamiento en zona de estudio, siendo un total de 2 elementos potenciales, el Pilar San José ubicado en Tláhuac y el Museo de Xico en Valle de Chalco Solidaridad, para que en ellos se desarrollen actividades tanto culturales como de educación ambiental en relación con este tipo de ecosistemas.

⁸ El cual indica que el promedio nacional es 1 equipamiento cultural por cada 68,000 habitantes.

Mapa 11. Ubicación de los equipamientos culturales en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Cultural (SIC México), 2022, y Portal de Datos Abiertos de la Ciudad de México, 2022.

3.3.2. Actividades económicas

En cuanto a las actividades económicas se evaluó la concentración de tres categorías, las cuales son los establecimientos de giro comercial, de servicios e industrial. Asimismo, se analiza la actividad y productividad agrícola, identificando las zonas chinamperas existentes en la zona de estudio, además de vincular este proceso con el humedal.

Cómo lo muestra la siguiente tabla, en conjunto la zona de estudio tiene un total de 1,011 unidades económicas, de las cuales se categorizaron en tres sectores, el comercio, los servicios e industriales. El sector con mayor porcentaje de unidades económicas son las de comercio con más de 5 empleados, con un total del 45% de participación, le siguen las unidades económicas de servicios con más de 5 empleados con el 38.5% del total y, por último, las industrias que emplean a más de 10 personas se presentan con el 16.4%.

Tabla 6 Unidades económicas por sector en la Zona de Estudio

Actividad económica	Tláhuac	Valle de Chalco Solidaridad	Zona de estudio en conjunto	%	Número de empleados por unidad
Servicios	221	169	390	38.58	5 y más
Comercio	259	196	455	45.00	5 y más
Industria	129	37	166	16.42	10 y más
Total			1011		

Fuente: Elaboración propia con datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), 2022

La concentración de unidades económicas de giro comercial en Tláhuac se localiza en la parte poniente de la delegación, concentrando sobre la Av. Tláhuac, misma que mantiene las dinámicas de movilidad pues en esta zona se encuentran diferentes estaciones del Servicio de Transporte Colectivo Metro. No obstante, otra de las concentraciones de este giro en Tláhuac, se ubica en su centro histórico, zona en donde se encuentran las actividades gubernamentales, esta zona se encuentra aproximadamente a poco más de dos kilómetros del humedal. En cuanto a la concentración de unidades económicas de giro comercial en Valle de Chalco Solidaridad, se observa que, sobre la Av. Isidro Fabela, Av. Del Mazo y cerca del centro comercial Patio Valle de Chalco son las zonas de alta actividad comercial, sin embargo, se encuentran distantes al ecosistema.

Las zonas de alta actividad de servicios en las demarcaciones están agrupadas en tres zonas específicas, la cual se distingue al poniente de Tláhuac, sobre la Av. Tláhuac y sus alrededores, así como el mismo centro histórico sobre la Calzada Tláhuac-Tulyehualco. No obstante, en la parte del municipio Valle de Chalco Solidaridad esta concentración de actividades se da sobre la Av. Isidro Fabela, Av. Cuauhtémoc, así como en la Av. del Mazo. Destacando que estos corredores de actividad se encuentran dentro del entorno urbano consolidado, por lo que se mantienen lejos del humedal.

A lo que refiere a las actividades industriales, se identificaron dos principales zonas de concentración, mismas que se encuentran al poniente de Tláhuac sobre la Av. Tláhuac y sus alrededores, así como en la Carretera a Santa Catarina al norte de Valle de Chalco Solidaridad. El tipo de industria que se presenta en la zona de estudio corresponde principalmente al tipo manufacturera. Asimismo, se destaca que esta última zona al norte del municipio de Valle de Chalco Solidaridad tiene una proximidad con el humedal de aproximadamente 2.7 km, lo que pone en relevancia el tipo de tratamiento de aguas residuales que puede llegar a expulsar esta zona industrial.

En cuanto a las actividades del sector primario, se identifica una superficie total o en potencial a cultivar, de acuerdo con los datos de Uso de Suelo y Vegetación de la serie VII (INEGI, 2018), de

poco más de 6, 021 ha. Sin embargo, el uso de suelo de agricultura de riego, ubicada principalmente a las orillas del Humedal Tláhuac-Xico, es la que mayor porcentaje tiene de esta área ya que ocupa cerca del 55% del total. Lo anterior implica y se relaciona con las prácticas de monocultivo que propician la erosión del suelo y de sus minerales intensificando el cambio paisajístico del entorno próximo a este ecosistema.

Por otro lado, se cuenta con una superficie de 260 ha de chinampas, de las cuales 95 pertenecen a la que se denomina Tláhuac, y las 165 ha restantes pertenecen a la que se denomina Mixquic⁹. Es importante precisar que la localidad San Andrés Mixquic es considerada pueblo originario, y que en este aún se encuentra un cuerpo de agua remanente del antiguo gran lago y que actualmente se encuentra alimentado por el bombeo de aguas tratadas de la Ciudad de México¹⁰.

Aunado a ello, de acuerdo al *Reporte final de la Estimación de la producción agrícola del sistema chinampero de la Ciudad de México localizado en la Zona Patrimonial, Mundial, Natural, Cultural y de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta*, elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2019), los productores chinamperos de la zona de Tláhuac han perdido su consolidación como grupo comunitario tras el conflicto de interés que ha habido a lo largo del tiempo, lo que refleja su poca participación en la producción agrícola de este tipo. No obstante, en la zona chinampera Mixquic los productores se encuentran asociados y han buscado la diversificación de mercado de los productos que se generan en estas tierras para asegurar su identidad y tradición que los une, acciones que reflejan la alta actividad productiva de sus chinampas. En tal sentido, esto refleja que la organización comunitaria y arreglos de intereses son importantes para fomentar esta técnica de producción agrícola.

Ahora bien, de acuerdo con la información del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2022) y el reporte de la FAO (2019) anteriormente mencionado, la zona de estudio presenta una actividad agrícola con un valor de producción anual aproximada de 160 millones de pesos anual, cuya mayor aportación es derivada del sistema de producción por riego. Sin embargo, se destaca que la técnica chinampera aporta cerca del 16% al valor total. Lo anterior es reflejado en la siguiente tabla.

⁹ De acuerdo al reporte *Estimación de la producción agrícola del sistema chinampero de la Ciudad de México localizado en la Zona Patrimonial, Mundial, Natural, Cultural y de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta*. (2019)

¹⁰ Confirmado en la visita de campo

Tabla 7 Características de producción agrícola y chinampera en la zona de estudio

Zona de estudio				
Demarcación	Tláhuac		Valle de Chalco Solidaridad	
Características	Toneladas de producción	Valor de producción (miles\$)	Toneladas de producción	Valor de producción (miles\$)
Riego	10455	\$ 74,407.09	9065	\$ 39,847.02
Temporal	683	\$ 18,851.27	92.5	\$ 776.20
Chinampa	6053	\$ 26,076.00	0	\$ -
Total	17191	\$ 119,334.35	9157.5	\$ 40,623.22

Fuente: Elaboración propia con Datos del SIAP (2022) y FAO (2019).

De igual manera, se concibe que la técnica chinampera para zona de estudio produce 87% más que el sistema de producción temporal por año, lo que posibilita su fomento, con el aprovechamiento de la infraestructura existente de canales y la existencia del humedal como fuente del recurso hídrico, en otras áreas de estas dos demarcaciones.

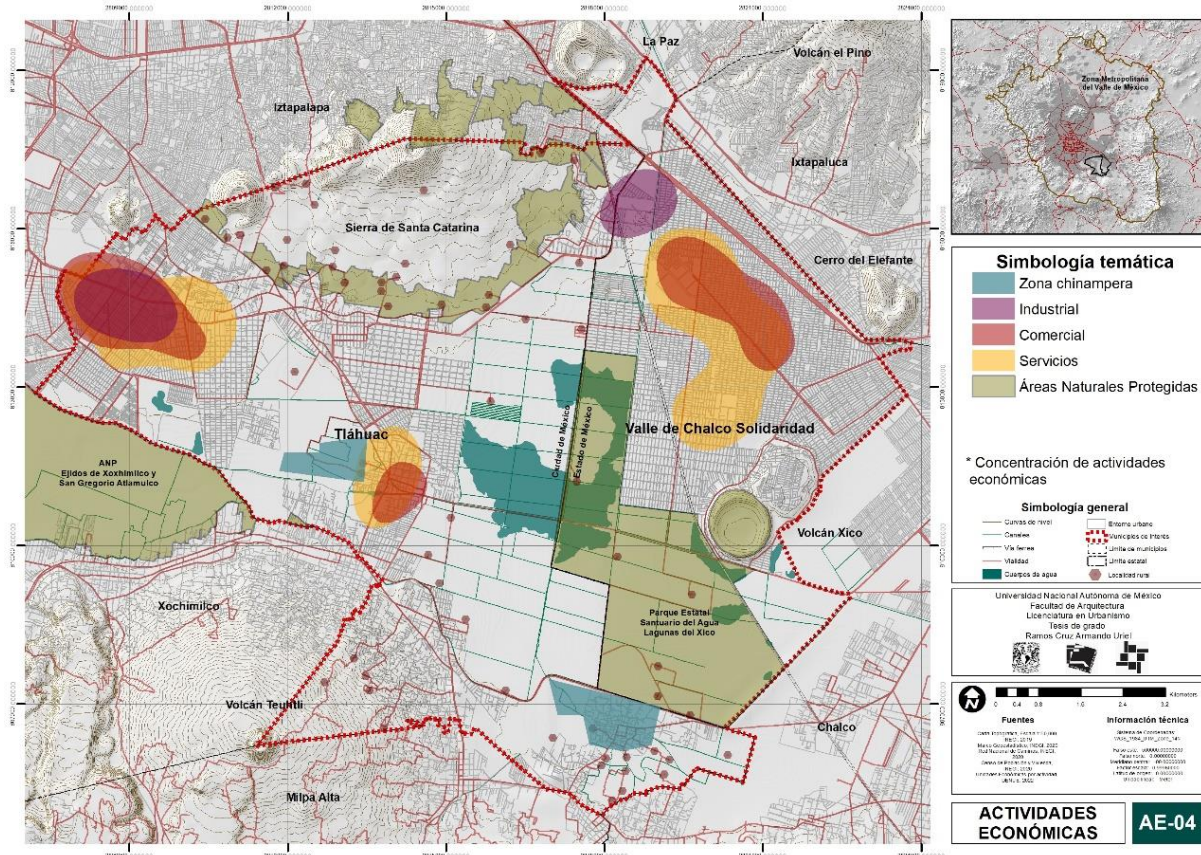
No obstante, aunque no se puede hacer un análisis comparativo en cuanto al derrame económico generado en la zona entre las actividades económicas intraurbanas y las agrícolas con y sin técnica chinampera, es imperante destacar que la zona de estudio muestra una sinergia entre dichas fuentes de ingreso y empleos. Además, se destaca que la actividad agrícola en la zona de estudio es de importancia y que el humedal puede contribuir a su fortalecimiento, y más si se rehabilita, pues si se logra mejorar la calidad de agua, puede ser una fuente importante para este sector de la economía en la zona de estudio.

De esta manera, en el mapa 12 se representa las principales concentraciones de actividad comercial, de servicios, industrial, y las zonas con chinampas identificando tres zonas con mayor actividad de este tipo en la zona de interés. La zona poniente de Tláhuac sobre la Av. Tláhuac parece ser el nodo de actividad más importante, pues en él se concentran los tres tipos de actividad analizada, y respecto a la actividad chinampera sobresale la localidad de San Andrés Mixquic.

No obstante, la cercanía del clúster de actividad del centro histórico de Tláhuac con respecto al humedal, podría fomentar sinergias de interacción en su integración al desarrollo urbano de la zona de interés. Se destaca también por su parte, que las actividades al nororiente del municipio de Valle de Chalco Solidaridad fomentan una interacción urbana llegando a ser nodos importantes en la interacción e integración con el humedal, sin olvidar de impulsar y ampliar las zonas chinamperas

como una opción, y no alternativa, a la producción de las tierras agrícolas en los municipios, propiciando la recuperación de identidad cultural histórica de esta zona lacustre.

Mapa 12. Principales concentraciones de actividad económica en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), 2022, y Portal de Datos Abiertos de la Ciudad de México, tema Zonas Chinamperas, 2022

3.3.3. Infraestructura

En este tema, la infraestructura de interés es la hidráulica por su posible relación con el humedal ya sea directa o su posible vinculación con las recomendaciones que se pueden generar, por lo que su análisis se desarrolla a continuación, y cuya síntesis se encuentra en la tabla 8.

En el rubro de la infraestructura hidráulica y saneamiento se cuenta con 28 elementos, de los cuales 16 son pozos de extracción de agua, 6 de ellos pertenecientes a la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), mismos que se ubican en su mayoría en el municipio de Valle de Chalco Solidaridad, a lo largo de las zonas agrícolas y la zona del Humedal Tláhuac-Xico, y la localidad de San Andrés Mixquic. Lo que indica que en la zona de estudio se extrae agua subterránea para la distribución de esta al entorno urbano.

Por otra parte, se encuentran dos plantas de tratamiento de aguas residuales, ubicadas al poniente de Tláhuac. No obstante, no se encontró alguna información pertinente a su flujo y captación lo cual genera quiebre de información de estos elementos, pero sin duda la existencia de estas instalaciones cercanas al ecosistema no se deja de ver como una oportunidad para mejorar la relación del humedal con el entorno urbano.

Otro de los aspectos más destacables en el tema de infraestructura sanitaria, es la red de canales que existen en la zona de estudio, pues esta red de más de 447 km de longitud se desplaza a lo largo y ancho de las zonas agrícolas ubicadas al centro de la zona de estudio y que rodean al Humedal Tláhuac-Xico, y que llegan a los cuerpos de agua remanentes de San Andrés Mixquic, estos canales por su interconexión entre ellos presentan ser un elemento clave para generar sinergias entre el ecosistema y las actividades agro-productivas existentes en la zona.

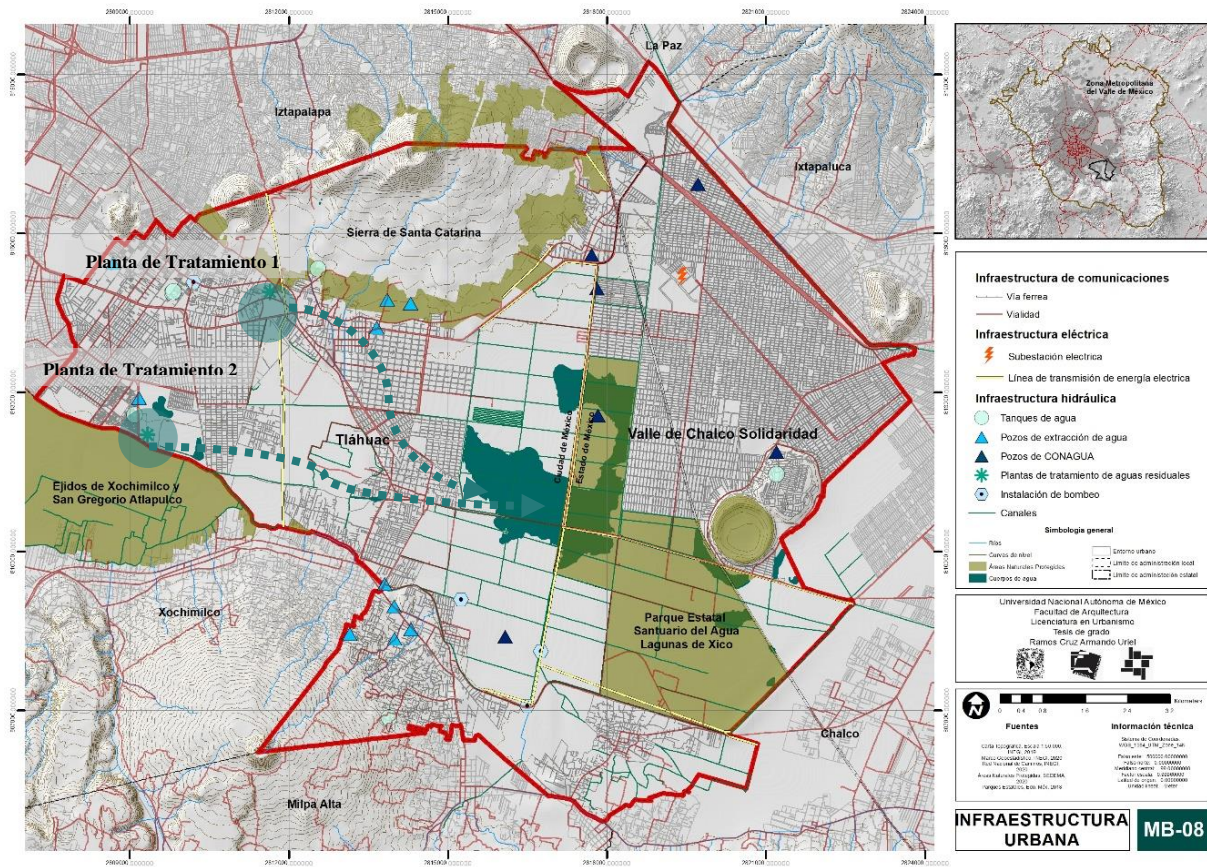
Tabla 8 Tipos de infraestructura existente en la Zona de Estudio

TIPO	ELEMENTO	UNIDADES	ÁREA EN KM
Hidráulica	Tanque de agua	6	0
	Pozos de extracción de agua	10	0
	Pozos de CONAGUA	6	0
	Plantas de tratamiento de aguas residuales	2	0
	Instalación de bombeo	4	0
	Canales	0	447.38

Fuente: Elaboración propia con datos de las Cartas Topográficas ubicadas en la zona de estudio, INEGI, 2022

También, todo lo anterior puede observarse en el mapa 13 que se muestra a continuación

Mapa 13..Infraestructura existente en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos de las Cartas Topográficas ubicadas en la zona de estudio, INEGI, 2022

3.3.4. Distribución poblacional

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda de INEGI (2020), en conjunto las demarcaciones de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad tienen una población de aproximadamente 784,044 habitantes, donde el 51.4% de la población son mujeres, y el resto 48.6% son hombres. La edad que mayor presencia tiene en la zona de estudio comprendida por estas dos demarcaciones es de la edad de 10 a 34 años, por lo que la presencia de personas jóvenes en la zona de estudio es alta, tal como lo muestra el siguiente gráfico.

Gráfico 6 Pirámide Poblacional

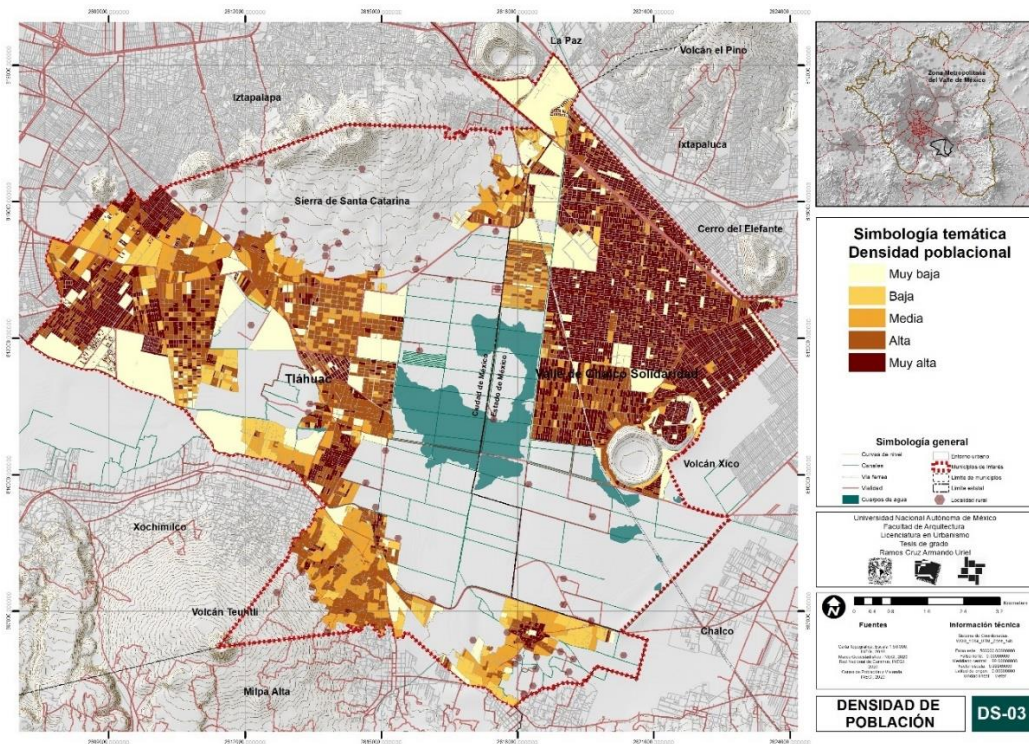


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020

Mientras tanto, como se ilustra en el mapa 14, la densidad de población nos da un mayor panorama de en qué partes del territorio de la zona de estudio se concentra con mayor y menor grado la población, como es visible, la zona urbana consolidada en Valle de Chalco es más densa que las otras partes de la zona de estudio. En el caso de Tláhuac la densidad poblacional se encuentra más distribuida siendo La Estación, Colonia del Mar, Agrícola Metropolitana, Centro de Tláhuac, y Centro histórico de San Andrés Mixquic las localidades con una densidad poblacional muy alta. Por lo anterior, se menciona que la mayor parte de personas que habitan en la zona de estudio se concentran en Valle de Chalco y en las zonas históricas o de mayor antigüedad en Tláhuac, mismas que pueden ser beneficiadas en mayor medida por proyectos de rehabilitación del ecosistema.

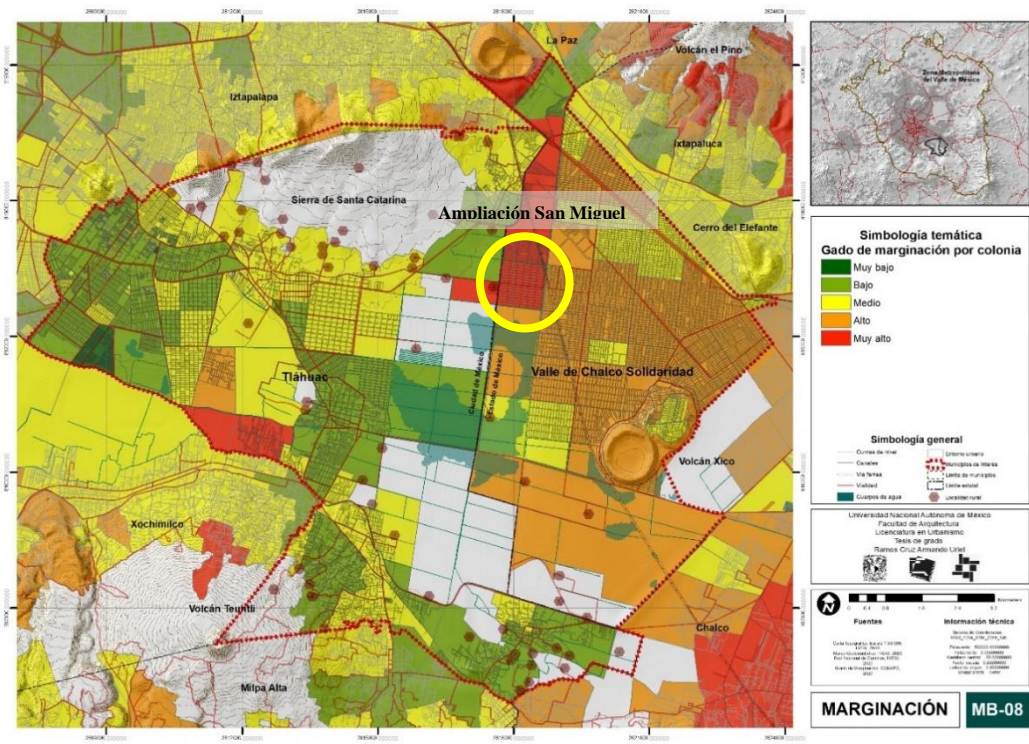
Ahora bien, el grado de Marginación a Nivel Colonia de CONAPO (2021), indica que las colonias que conforman Valle de Chalco Solidaridad oscilan en un grado de marginación de Medio a Muy alto, mientras que en Tláhuac el grado promedio de marginación de las colonias se sostiene entre bajo y medio (Ver mapa 15). Lo anterior, caracteriza a la población que habita en el municipio del Estado de México no sólo con mayor precariedad y de condiciones desiguales de oportunidades para su desarrollo, sino que habla de su relación de vivencia con su entorno tanto urbano como natural.

Mapa 14. Densidad poblacional en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020

Mapa 15. Grado de marginación por colonia en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos sobre la Marginación a Nivel Colonia de CONAPO (2021)

Con este breve análisis, se concibe que el humedal junto con sus servicios ecosistémicos (que puede llegar a proveer tras su adecuada rehabilitación) puede ser un elemento que ajuste las desigualdades sociales, promoviendo un abanico de oportunidades para mejorar el bienestar de las personas que habitan en los entornos urbanos inmediatos a él, siendo el caso los habitantes de la localidad Xico en Valle de Chalco Solidaridad los que mayor beneficio tendrían, pues es en esta zona donde la densidad de habitantes es alta junto con su grado de marginación, tal como se puede ver en los siguientes mapas.

No obstante, es pertinente resaltar que las zonas identificadas en el mapa 15 que indica los grados de marginación por colonia en la zona de estudio, categoriza a los asentamientos de reciente creación (y en dado caso asentamientos informales)¹¹ como zonas con muy alto grado de marginación, siendo así como se verá en el siguiente apartado, una relación directa ante la falta de infraestructura de servicios públicos urbanos básicos, el cual con mayor preocupación es la colonia Ampliación San Miguel¹² que se encuentra inmediatamente al norte del ecosistema.

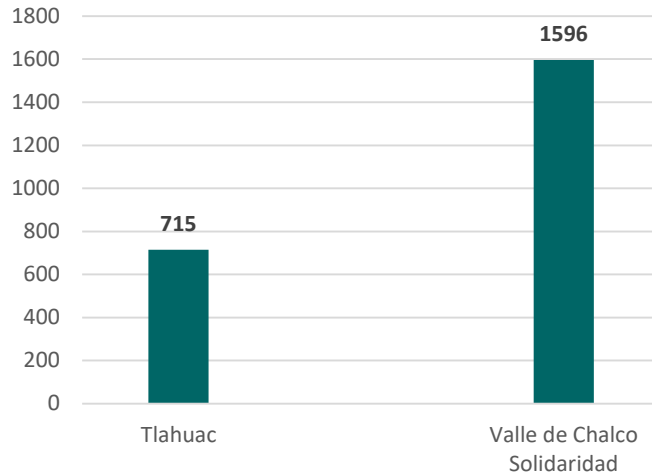
3.3.5. Características de las viviendas

En el tema de viviendas que no cuentan con agua potable, se tiene que en Tláhuac existen cerca del 0.69% del total, y aunque en términos reales sea muy bajo el porcentaje, gran parte de ellas se ubican en la localidad de Los Reyes, asentamiento de carácter periurbano, como se muestra en el mapa 16. El caso de Valle de Chalco Solidaridad para este tema, se mantiene con un porcentaje relativamente bajo también, el 1.54%, pero más alto que Tláhuac. No obstante, la concentración de las viviendas con este tipo de carencia se encuentra en las localidades de Ampliación San Miguel y Ampliación Santa Catarina, asentamientos de reciente presencia en el territorio, y contiguos del humedal urbano Tláhuac-Xico. Lo anterior se puede observar en el gráfico 7.

¹¹ De acuerdo, a lo consultado en los Programas de Desarrollo Urbano de Tláhuac (2009) y Valle de Chalco Solidaridad (2023).

¹² Colonia que es creada tras el relleno del humedal por el tiradero de residuos de la construcción, para más información véase (León, 2020).

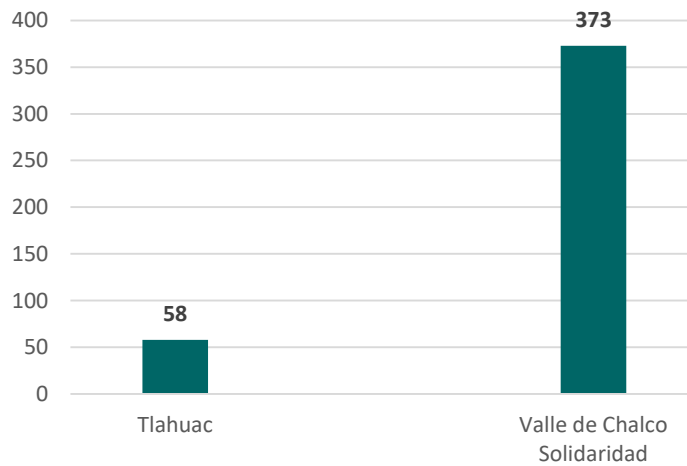
Gráfico 7 Número de viviendas sin agua potable en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020

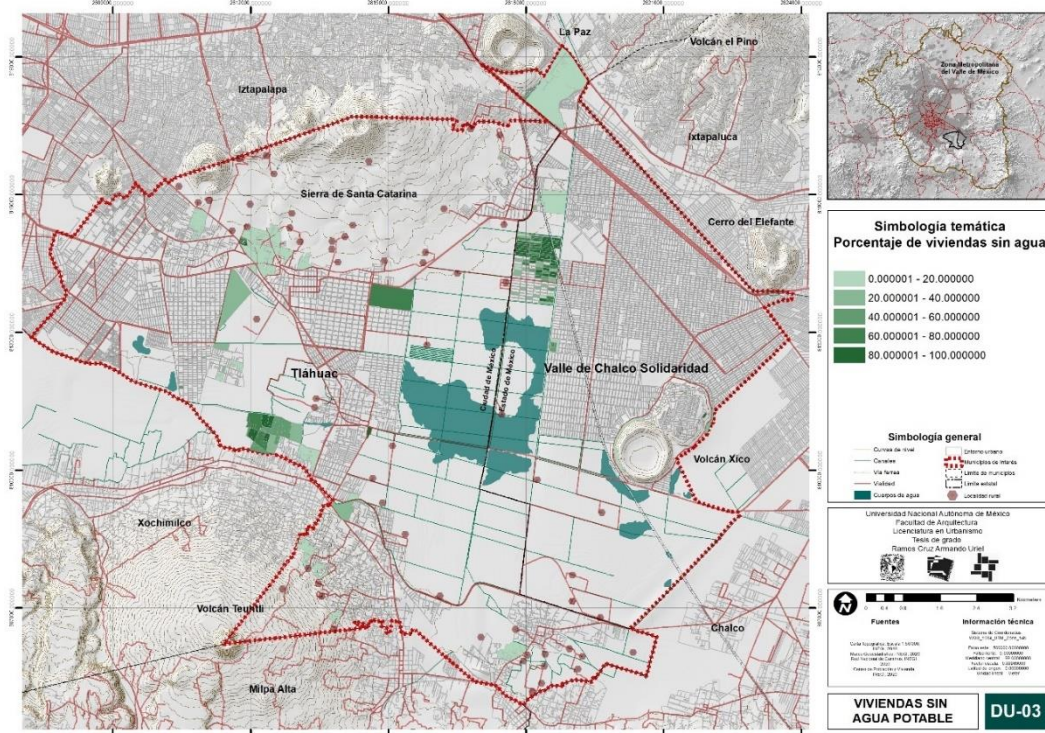
Por otro lado, la situación de carencia de drenaje en las viviendas de Tláhuac se mantiene bajo, pues representan el 0.06%, indicando que la demarcación en estos temas está cubierta casi al 100%. Situación parecida sucede en Valle de Chalco Solidaridad, pues las viviendas con esta carencia representan el 0.36%, y aunque es relativamente baja, sigue siendo mayor que la que presenta Tláhuac, cómo se observa en el gráfico 8.

Gráfico 8 Número de viviendas sin drenaje en la Zona de Estudio



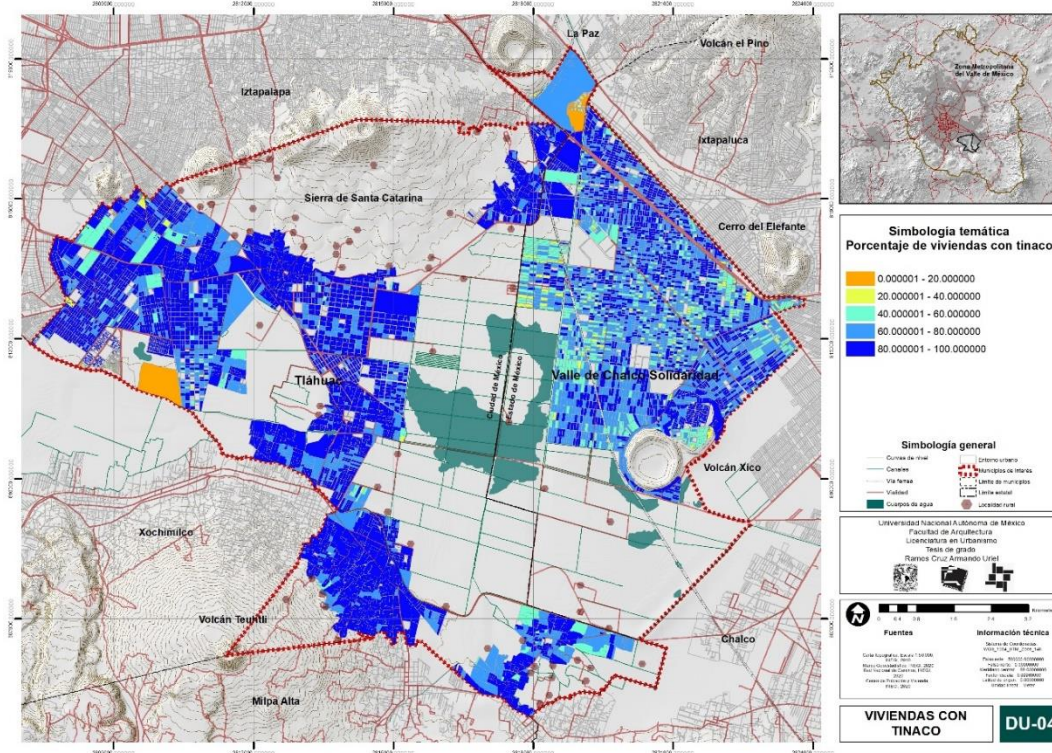
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020

Mapa 16. Distribución de las viviendas habitadas sin agua potable en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020

Mapa 17. Distribución de las viviendas habitadas con tinaco en la Zona de Estudio

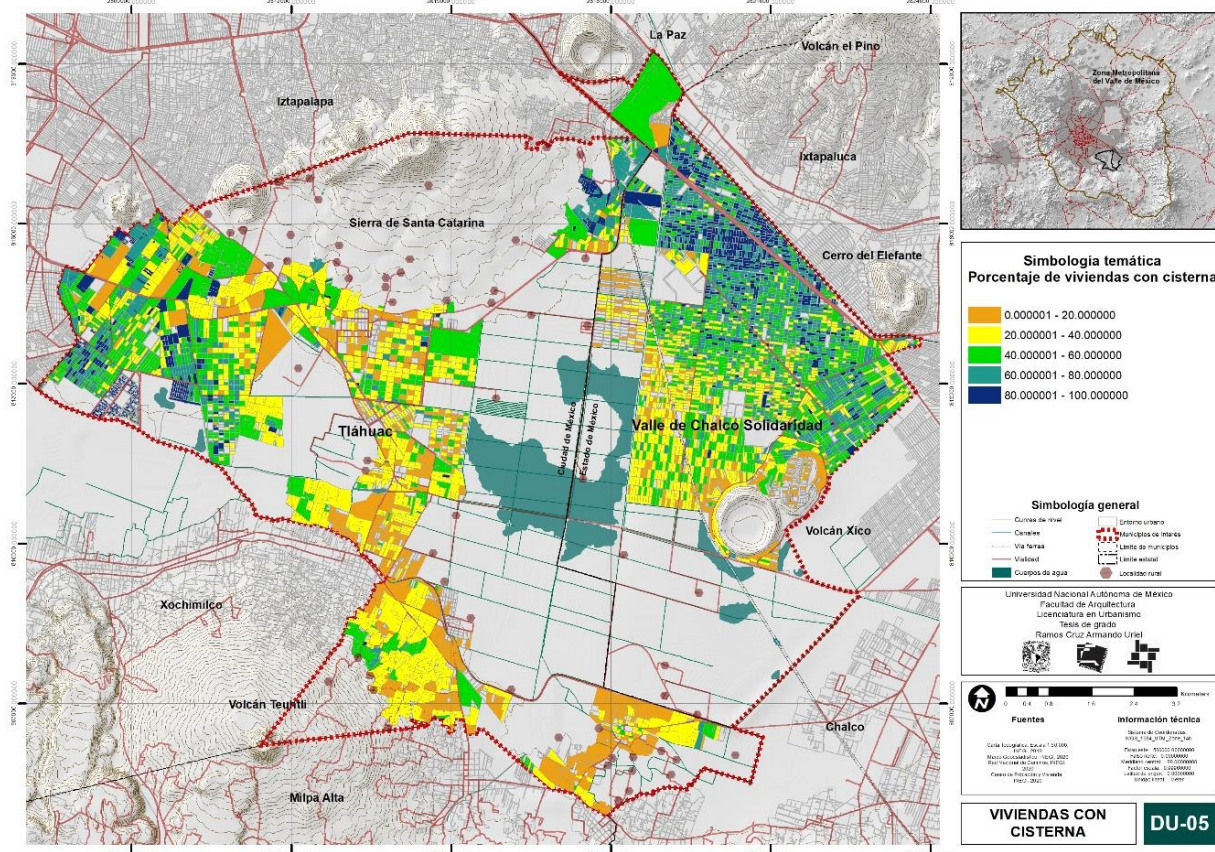


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020

No obstante, el rescate de la información que se obtiene de los tipos de almacenamiento de agua en las viviendas de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad, muestran una tendencia al uso del tinaco en el 84.2% y 73.4%, respectivamente. La ubicación de estas viviendas se concentra en su mayoría al centro de Tláhuac, tal como lo demuestra el mapa 17.

El almacenamiento de agua potable por cisterna en las viviendas muestra una cifra parecida entre las dos demarcaciones, pues dichas cifras oscilan entre 43.03% y 46.68%. Sin embargo, en otras palabras, se puede concebir que 4 de cada 10 viviendas en Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad tiene una cisterna para almacenar agua, destacando que se presenta con mayor intensidad al norte de esta última demarcación, tal como se observa en el mapa 18.

Mapa 18. Distribución de las viviendas habitadas con cisterna en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020

Por otro lado, el análisis en conjunto de la zona de estudio demuestra que las carencias identificadas, la falta de drenaje, servicio de agua potable, en suma, representan el 2.60% del total. Empero, la localización de estas viviendas corresponde principalmente en zonas periurbanas o

asentamientos de reciente creación, tal como es el caso de las localidades de Los Reyes en Tláhuac y Ampliación San Miguel en Valle de Chalco Solidaridad.

Otro punto destacable del análisis en conjunto es que cerca del 80% de las viviendas cuenta con tinaco para almacenar agua potable, mismo que puede ser (o no) combinado con el de tipo cisterna, lo anterior se ilustra en el cuadro 49. En el mismo sentido se destaca que 4 de cada 10 viviendas cuenta con cisterna en la zona de estudio, concentrándose principalmente al norte de Valle de Chalco Solidaridad, se destaca por su parte que en estas zonas pueden implementarse proyectos de captación de agua pluvial para potencializar este sistema de almacenamiento.

Si bien la zona parece demostrar que las carencias de la infraestructura en las viviendas de la localidad Ampliación San Miguel puede tener una relación directa con la contaminación del Humedal Tláhuac-Xico por su cercanía.

3.3.6. Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

En este apartado se recaba un panorama general sobre la gestión de residuos sólidos urbanos que existe en la zona de estudio, pues como se observó al inicio este tema es parte de las problemáticas existentes en la zona y que afecta en gran medida a las condiciones bióticas del Humedal urbano Tláhuac-Xico.

De acuerdo a la tabla 9, el promedio recolectado de RSU en la zona de estudio es de 615, 000 kilogramos promedios diarios, siendo la alcaldía de Tláhuac la que aporta cerca del 64% del total, mientras que el 36% restante lo genera el municipio Valle de Chalco Solidaridad. No obstante, en Valle de Chalco Solidaridad se genera más basura por persona, pues se tiene que en promedio cada persona genera un total de 1.78kg al día en contraste de 0.99kg de residuos diarios promedio por persona que se genera en Tláhuac. Además, el porcentaje de la población con acceso a los servicios de recolección de RSU en la zona de estudio es considerablemente alto, pues cerca del 92.5% del total de personas que viven ahí tienen acceso a un sistema de recolección. Es importante mencionar, que no se encontró ningún dato que indique que la recolección de estos RSU se destina a una estación de transferencia que asegure su separación o tratamiento.

En otro rubro, de acuerdo con el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, INEGI, 2021, las demarcaciones que conforman la zona de estudio no cuentan con ningún programa de gestión integral de residuos sólidos urbanos y residuos tóxicos, lo que hace que se generen diferentes problemáticas al respecto, como se comenta a

continuación. No obstante, es importante señalar que es pertinente promover la generación de estos programas no sólo para evitar la contaminación por este tema, sino que además pueden ser aprovechados para fortalecer las finanzas municipales, debido al proceso de revalorización que tienen los RSU.

Tabla 9 Generación de RSU en la Zona de Estudio

Demarcación	Promedio diario de RSU recolectados	Población*	Generación de RSU per capita	Población con acceso a recolección de RSU
	kilogramos		Kilogramo por persona	Porcentaje
Tláhuac	395000	392313	0.99	90
Valle de Chalco Solidaridad	220000	391731	1.78	95
Zona de Estudio	615000	784044	1.27	92.5

*Población total en el año 2020 de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, INEGI, 2021

De acuerdo con las denuncias hechas ante la PAOT¹³, se tienen localizados un total de 49 sitios utilizados como tiraderos clandestinos de residuos en la alcaldía de Tláhuac. Mientras que con la información del Plano de divulgación E-05 Proyectos Estratégicos del Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Chalco Solidaridad, 2022 se identifican un total de 7 tiraderos de residuos en este último municipio.

Además, como se observa en el mapa 19 son los tiraderos clandestinos de Valle de Chalco Solidaridad los que mayor cercanía tienen al humedal, lo que inmediatamente contamina al ecosistema. Sin olvidar mencionar a los que existen en la franja de la ANP de Santa Catarina en la demarcación de Tláhuac. Otro elemento a destacar es que de acuerdo con la NOM-083 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) los sitios de disposición final de residuos sólidos deben de estar alejados de los asentamientos humanos a una distancia mínima de 500 metros, lo que se representa en el mapa como buffer de color amarillo es la zona de amortiguamiento que, al menos, los tiraderos clandestinos deberían de cumplir para evitar riesgos de contaminación y efectos negativos secundarios a la salud pública de la población, lo cual no lo cumplen.

¹³ Gobierno de la Ciudad de México (2021), Denuncias realizadas ante la PAOT, Portal de Datos Abiertos

3.4. Breve revisión de los instrumentos de planeación urbana

Para entender un poco más la dinámica urbana en relación con la transformación del paisaje lacustre del humedal Tláhuac-Xico, se realiza una breve revisión de los programas y proyectos que plantean los instrumentos de planeación de las demarcaciones estudiadas, específicamente del Programa Delegacional del Desarrollo Urbano de Tláhuac (PDDUT, 2008) y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Chalco Solidaridad (PMDUVCS, 2023), que se encuentran vigentes.

Estos instrumentos muestran una preocupación por la preservación y conservación en primera del medio ambiente, así como la reducción de la contaminación del ecosistema del humedal mediante acciones de competencia local, sin embargo, como se muestra a continuación, el contenido respecto a este ecosistema cambia debido a la pertenencia de administraciones políticas diferentes.

En el PDDU de Tláhuac se encontraron un total de 19 acciones y 6 proyectos específicos que buscan de manera general: 1) una integración económica a partir de actividades productivas en el suelo de conservación con recobrando la identidad cultural de los diferentes pueblos originarios que existen en la demarcación; 2) Impulsar el turismo aprovechando el potencial ecológico que tienen las áreas naturales; 3) Prever de equipamiento e infraestructura urbana adecuada y con innovación tecnológica para abastecer el crecimiento poblacional; 4) Rescatar el valor patrimonial de las actividades chinamperas en San Andrés Mixquic y otros pueblos originarios; 5) Promover proyectos de mejoramiento, rescate, saneamiento y reforestación de las áreas naturales para evitar la contaminación de los mismos y la ocupación urbana irregular, y por último, 6) Proteger a los elementos naturales para su integración con la imagen urbana y rural.

Para el caso del instrumento de planeación urbana del municipio Valle de Chalco Solidaridad se presenta un total de 6 acciones encaminadas al mismo propósito. Sin embargo, las acciones principales encontradas en el PMDUVCS son dirigidas a: 1) Integración y creación de espacios públicos de calidad; 2) Modernizar con tecnología de innovación la infraestructura pluvial de los equipamientos urbanos para contrarrestar los efectos negativos que trae consigo las inundaciones; 3) Evitar la contaminación por Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y mitigar los riesgos por inundación, así como 4) Conservar el medio ambiente mediante la reforestación y cumplimiento de los programas normativos existentes.

El caso de la demarcación de Tláhuac, pese a su antigüedad demuestra ser un instrumento mejor logrado en cuanto a las propuestas para mejorar la calidad de las zonas urbanas y las áreas naturales. No obstante, pese a que el instrumento de Valle de Chalco Solidaridad es de reciente creación carece

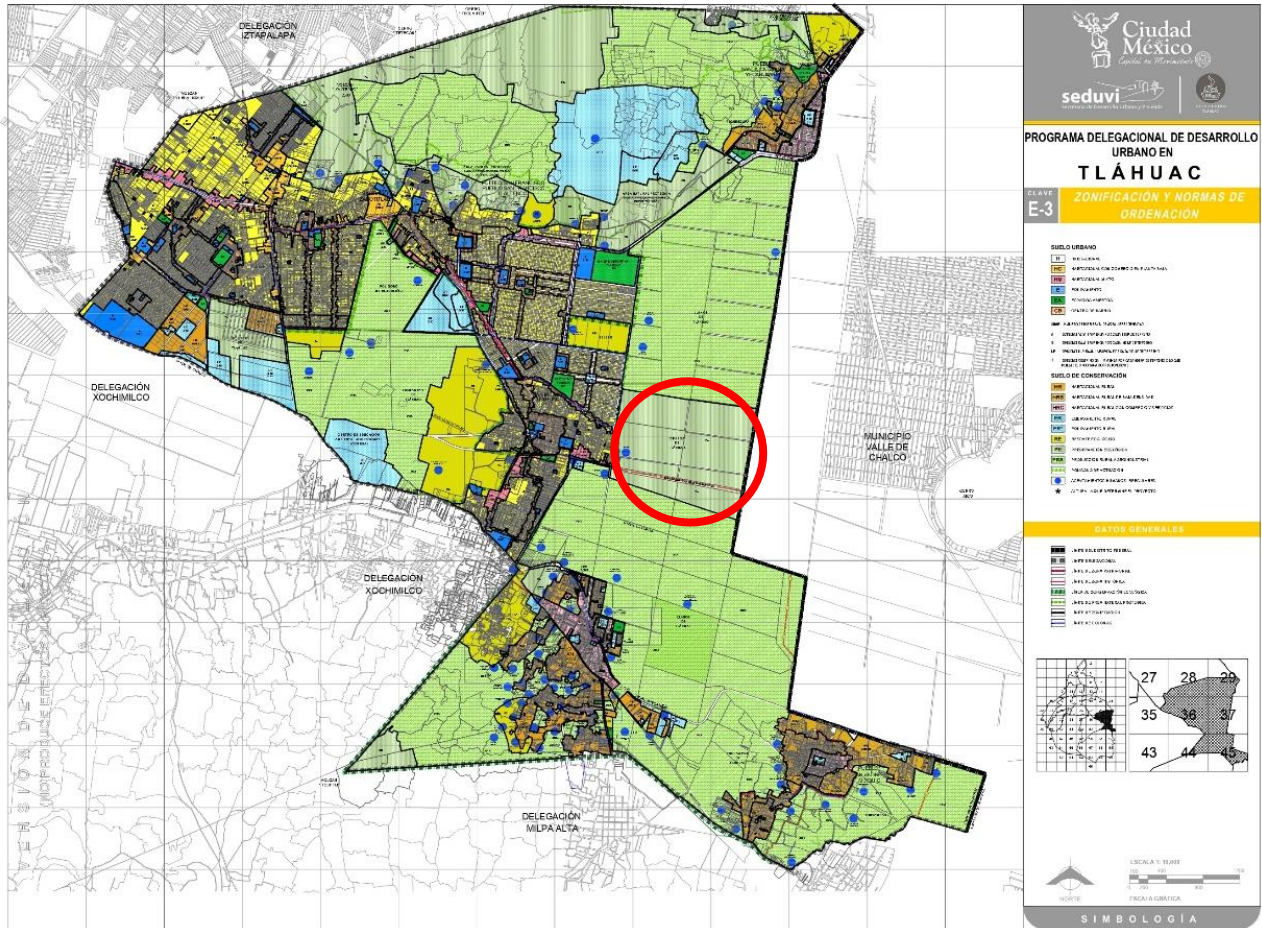
de una estructura sólida en las acciones para mejorar el estado de las zonas urbanas y en mayor medida de las áreas naturales existentes.

Por otro lado, de acuerdo con el mapa 20 que contiene el plano de divulgación E-03 del PDDU de Tláhuac el ecosistema del humedal (marcado en un círculo rojo) se encuentra en un área cuya zonificación es de tipo Preservación Ecológica (PE), lo que indica que en esta zona queda como principal acción conservar la naturaleza del territorio. Sin embargo, aunque cae dentro de una zonificación de protección ambiental, la falta de la delimitación del cuerpo de agua pone en duda la existencia del humedal, por lo que en cuestiones tangibles sería adecuado la delimitación del cuerpo de agua del humedal actual en los planos de zonificación para generar con mayor atención y territorialización los programas o acciones generadas.

Mientras tanto, el instrumento (ver mapa 21) de Valle de Chalco Solidaridad si identifica y delimita hasta en su momento los límites del cuerpo de agua del humedal, por lo que, en este sentido, el instrumento concibe al ecosistema, sin embargo, la zonificación establecida por el plano E-02 Usos de Suelo, le atribuye dos tipos; la zonificación N-PAR-P y AG-AP.-P, indicando un uso Natural de tipo Parque Protegido y Agropecuario de Alta Productividad Protegida, respectivamente. En tal sentido, dicha zonificación entra en conflicto con lo que está sucediendo con las dinámicas urbanas analizadas, pues existe disparidad en cuanto al cumplimiento de la norma en la zona norte del cuerpo de agua, donde la zonificación designa como Área Natural y Parque Protegido y es en donde se encuentra el desplante de la colonia Ampliación de San Miguel, sin mencionar que entra en discrepancia con el uso determinado por el marco jurídico ambiental, donde dicha área Agropecuaria de Alta Productividad está dentro del polígono designado como Parque Estatal Santuario del Agua Lagunas de Xico.

Este breve análisis, nos da panorama de que el humedal urbano Tláhuac-Xico no es visto como un elemento que puede ser parte y vinculante del desarrollo urbano en la zona de estudio pese a su aparición a lo largo de los años. Sino que es contemplado de manera conceptual en las acciones generales para la preservación y conservación de las áreas de valor ambiental de las demarcaciones mencionadas, lo que implica que el ecosistema sea un elemento aislado y de poca flexibilidad para su integración con el desarrollo urbano sostenible de la zona de estudio. Por ende, se requiere de esfuerzos para su concepción en el desarrollo urbano como un elemento integrador, con mayor rigor en estas dos demarcaciones analizadas.

Mapa 20. Plano de divulgación E-03 del PDDU de Tláhuac (2008)



Fuente: Retomado del portal de la Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) de la Ciudad de México, consultado en: <https://www.seduvi.cdmx.gob.mx/programas-delegacionales-de-desarrollo-urbano>

Se menciona como síntesis que el Humedal urbano de Tláhuac-Xico se encuentra fragmentado desde la planeación, pues existe una concepción incompleta por la falta de la delimitación del cuerpo de agua, así como una incongruencia en la zonificación y sus usos permitidos en los instrumentos de planeación del territorio. Esta característica no sólo ha afectado la transformación y el valor paisajístico del ecosistema, sino que también ha generado su degradación y relleno con residuos sólidos tanto urbanos como de construcción, para la ocupación y creación de asentamientos humanos tal como es el caso de la colonia Ampliación San Miguel en la zona norte inmediata del mismo.

Se destaca por su parte que, los habitantes aledaños al humedal conviven en el entorno con carencias de infraestructura urbana básica, así como de los servicios públicos, siendo las colonias de Ampliación San Miguel y San Miguel Xico más afectadas ante estas carencias y de mayor cercanía al ecosistema.

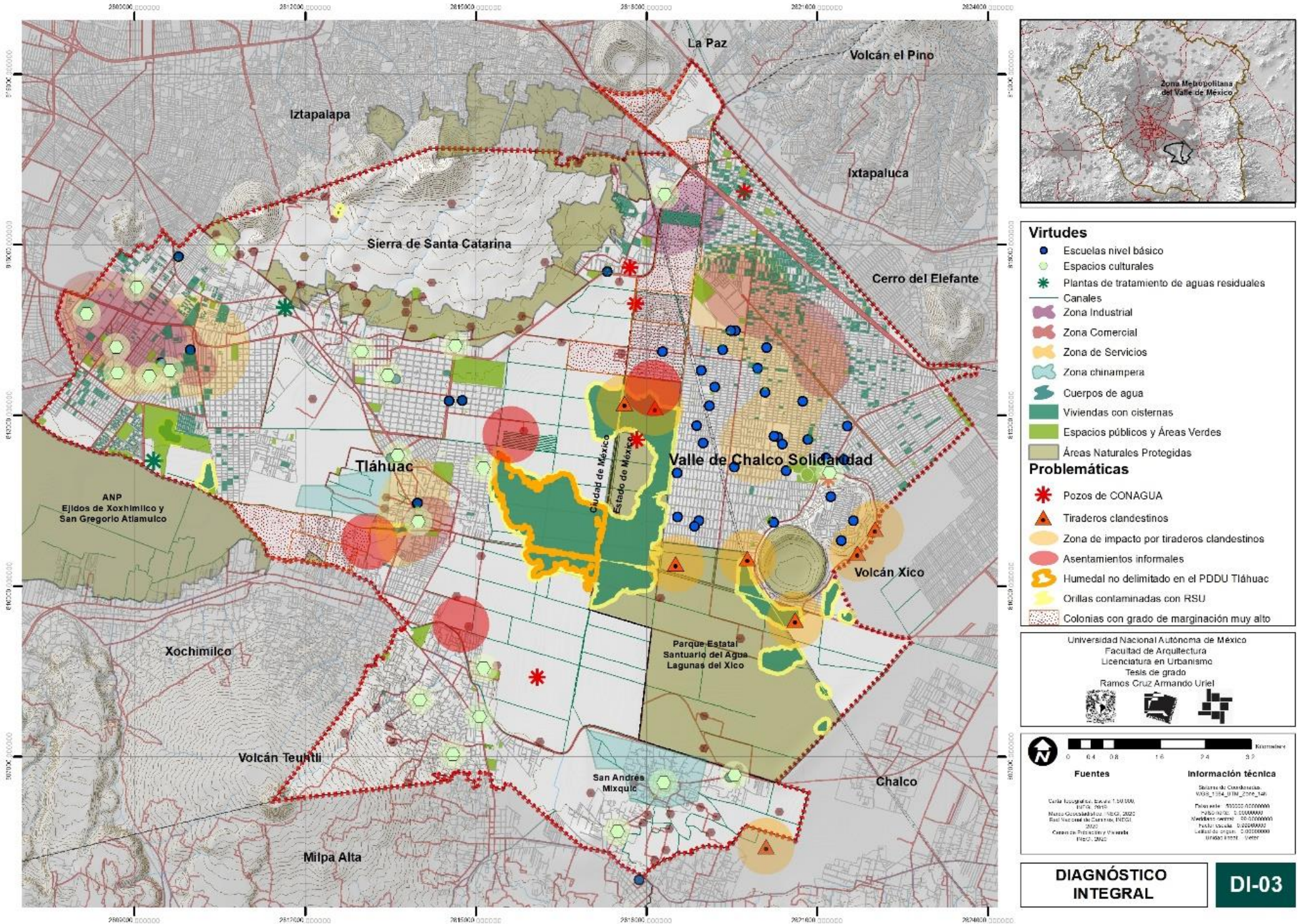
Otro punto relevante es la producción agrícola, que como se vio en su análisis, presenta ser una actividad económica importante para la zona de estudio. Asimismo, se destaca que la productividad generada en las chinampas de Mixquic muestra una posibilidad de fomentar esta técnica para otras partes de la propia zona, siempre y cuando se lleven esfuerzos y asociaciones de los productores interesados.

No obstante, la existencia de canales para riego, equipamiento educativo y cultural, espacios públicos e instalaciones deportivas, y una alta presencia de personas jóvenes en la zona de estudio posibilitan imaginar y crear escenarios en los que se puedan integrar estos elementos (que actualmente se encuentran fragmentados en las dinámicas urbanas) y poder generar vínculos y sinergias con el ecosistema del humedal para su rehabilitación e integración.

Si bien el humedal se encuentra alejado o desintegrado de las dinámicas urbanas en la zona, la importancia que este tiene para la productividad agrícola, es una oportunidad para fomentarlo e integrarlo a otras actividades, incluirlo como un espacio de integración y reconexión social con el medio ambiente en los entornos urbanos, contrarrestando la segregación y aumentando los beneficios tanto ambientales como económicos en las demarcaciones estudiadas.

Lo comentado anteriormente queda plasmado en el siguiente mapa de diagnóstico integral, en donde se sintetiza los puntos más destacables de todos los temas analizados con la intención de identificar las zonas y acciones que pueden ser ocupadas como las posibles recomendaciones y estrategias territoriales, mismo que se ve en el apartado 3.

Mapa 22 Diagnóstico Integral de la Zona de Estudio



- Virtudes**
- Escuelas nivel básico
 - Espacios culturales
 - ★ Plantas de tratamiento de aguas residuales
 - Canales
 - Zona Industrial
 - Zona Comercial
 - Zona de Servicios
 - Zona chinampera
 - Cuerpos de agua
 - Viviendas con cisternas
 - Espacios públicos y Áreas Verdes
 - Áreas Naturales Protegidas
- Problemáticas**
- ★ Pozos de CONAGUA
 - ▲ Tiraderos clandestinos
 - Zona de impacto por tiraderos clandestinos
 - Asentamientos informales
 - Humedal no delimitado en el PDDU Tiáhuac
 - Orillas contaminadas con RSU
 - Colonias con grado de marginación muy alto

Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Arquitectura
 Licenciatura en Urbanismo
 Tesis de grado
 Ramos Cruz Armando Uriel

Fuentes

Información técnica

Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_14N

Coordenadas: Escala: 1:50,000

Formato: DWG

Mapa: Geocodificado - INEGI, 2020

Base: Nube de Puntos, PDDU

Mapa: 10/01/2020

Proyecto: 000000000

Fecha: 02/02/2020

Libro de origen: 000000000

Hoja: 000000000

DIAGNÓSTICO INTEGRAL

DI-03

Fuente: Elaboración propia



Victoria de Durango, Durango

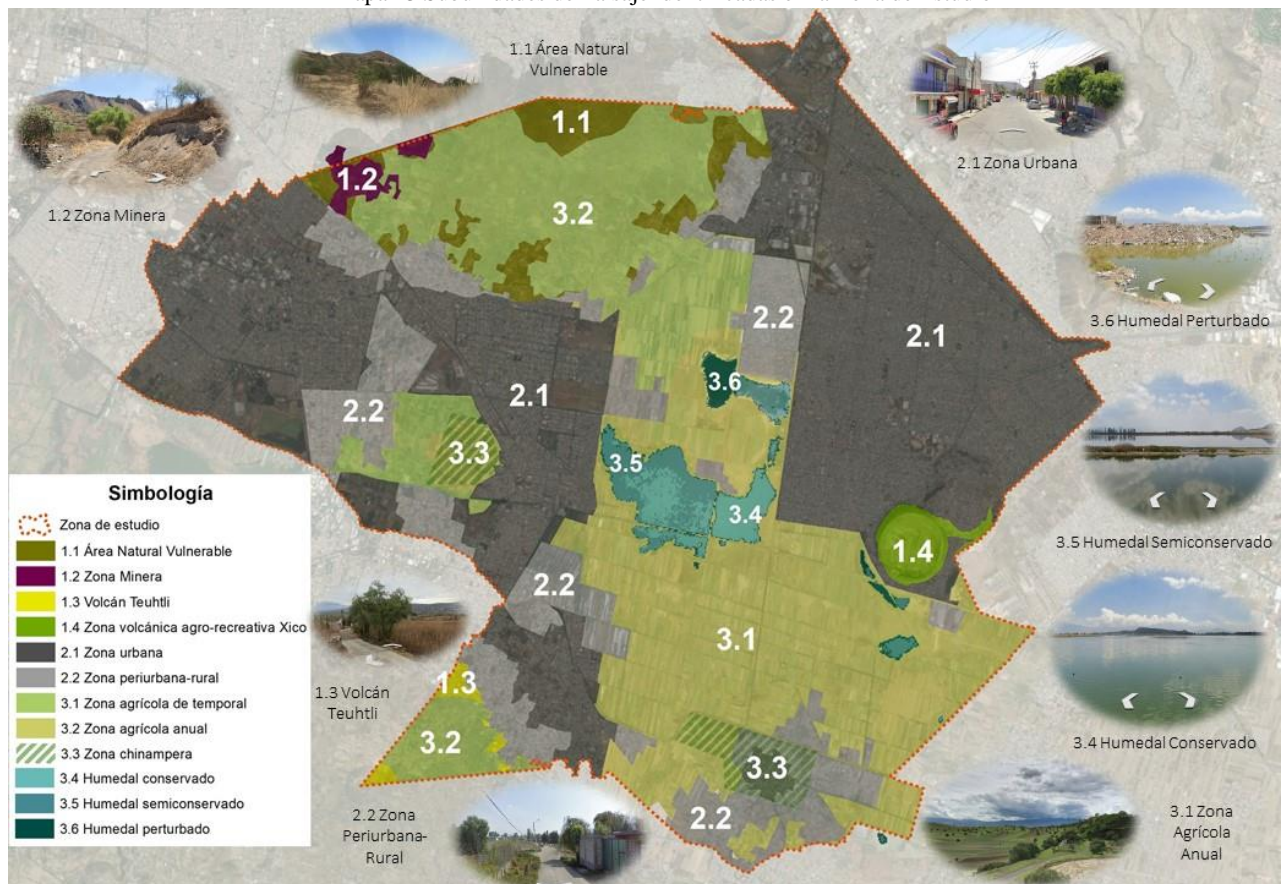
Actores sociales involucrados con el Paisaje del Humedal

4. Actores sociales involucrados con el Paisaje del Humedal

En este apartado se genera un análisis de la transformación del territorio en la zona de estudio mediante la integración del análisis de Unidades de Paisaje (UP) y Actores claves. El contenido de las Unidades de Paisaje se desarrolló en el ámbito de la interdisciplina con el apoyo de la Arquitecta Paisajista Odette Guadalupe Melo Sánchez.

De acuerdo con el análisis realizado se identificaron tres grandes UP; La primera, UP Montañosa ubicada al norte y sur de la zona de estudio, es derivada de las pendientes abruptas como lo son la Sierra Santa Catarina, el Volcán Teuhtli y el Volcán Xico. La segunda es la UP Urbana ubicada en los extremos oriente y poniente, la cual representa todos los usos de la actividad urbana que se comprenden en lo que se considera como la superficie urbana. Y la tercera, es la UP Lacustre-Rural que se encuentra al centro de la zona de estudio, la cual se caracteriza por la presencia de cuerpos de agua superficiales (entre ellos el Humedal urbano Tláhuac-Xico), y la localización de suelos que presentan actividad agrícola (ver anexo 14).

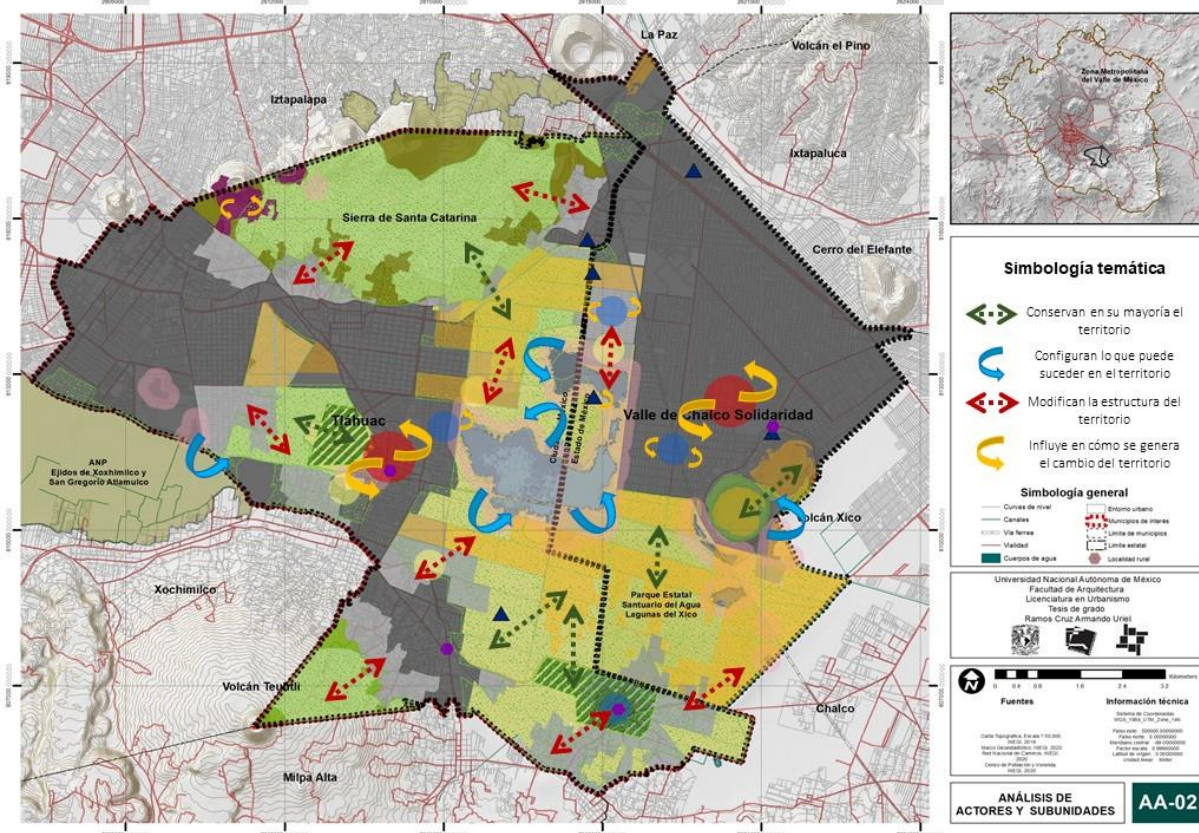
Mapa 23 Subunidades de Paisaje identificadas en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con apoyo de Odette Melo y fotos de Google Earth (2023)

Recordemos que la relación entre el paisaje visto como territorio¹⁴ y la sociedad interactúan entre sí para su transformación en el tiempo, ante ello se pasó a identificar los vínculos que existen entre las 14 subunidades¹⁵ (mostradas en el mapa 23) y 11 grupos de actores clave¹⁶ que se constituyeron en el análisis de la zona de estudio para lograr el resultado del siguiente mapa.

Mapa 24 Relación de Actores y la interacción con las Subunidades de Paisaje en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia

Este mapa plasma en gran medida que actores están transformando la concepción del territorio, así como su uso, y nos da un panorama amplio de las zonas que pueden ser conflictivas para el desarrollo de proyectos o políticas, pero al mismo tiempo, nos indica en donde se posibilita la aceptación de propuestas en diferente índole.

¹⁴ Que se construye a partir de las necesidades e intereses de las personas que lo habitan y que está en constante cambio y tensión por su apropiación (Fabregat, 2015)

¹⁵ Véase anexo 5

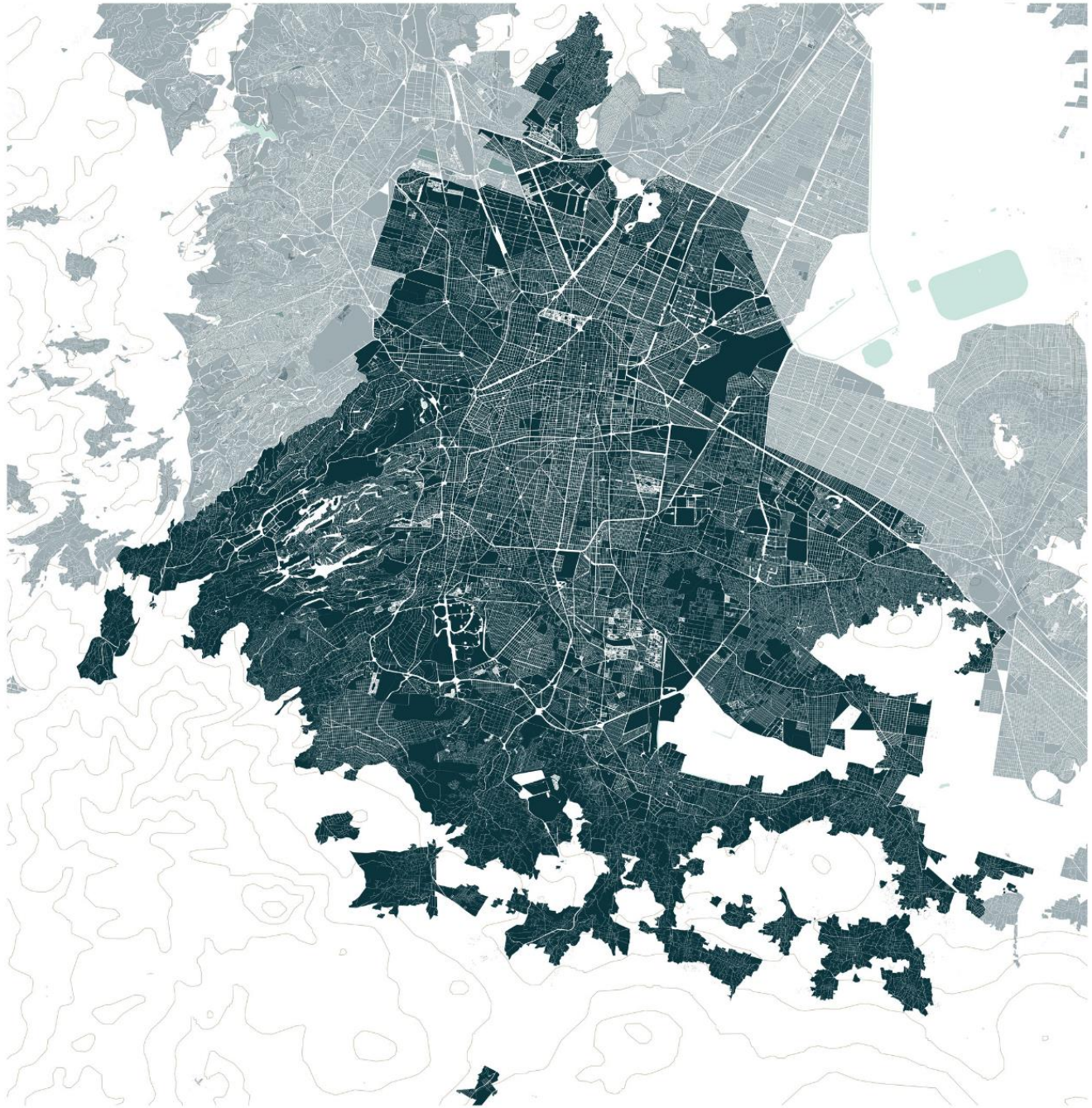
¹⁶ Véase anexo 4 y 15

Además, con el análisis de juego de actores¹⁷ se identifica que actores están actuando sobre el territorio de acuerdo a sus intereses y necesidades, el cual destaca a la autoridad local de las demarcaciones político administrativas como el actor con mayor influencia en la zona de estudio, siguiéndole de los ejidatarios, los vecinos de asentamientos informales, CONAGUA y agricultores.

Para el caso del Humedal urbano Tláhuac-Xico resultó que los ejidatarios, agricultores, académicos y los habitantes de asentamientos humanos de reciente creación son los que mayor relación de poder y apropiación pueden tener sobre el humedal, pues su cercanía o zona de actividad se encuentra cercano a éste, generando una influencia tanto conceptual como de transformación física del ecosistema. En tal caso, las autoridades locales de las demarcaciones, siendo actores con una relación de poder sobre las decisiones de planeación del territorio, puede también incidir en la configuración del territorio, pero debe de trabajar en conjunto de los actores de mayor influencia en cercanía al humedal. Sin embargo, con una adecuada coordinación y trabajo constante entre los mismos se puede lograr la construcción de tejido social que permita valorar al humedal como un espacio de identidad y de integración social, desde la comunidad.

Esta relación entre el juego de interés y la conformación del territorio nos apertura a identificar como es que los habitantes se relacionan con su entorno. La combinación de este análisis entre las Unidades de Paisaje y los Actores que nos permite valorar la interacción que tienen las personas y en conjunto, la sociedad, sobre la transformación del territorio, siendo estos los actores principales que velan la aceptación de proyectos o el rechazo de los mismos, o en su defecto a la defensa y cuidado de ecosistemas. En tal caso, el ordenamiento territorial, y en gran medida el desarrollo urbano sostenible tiene que incorporar a estos sujetos en las propuestas, permitiéndoles expresar y conseguir la solvencia de sus necesidades e intereses.

¹⁷ Ver anexo 3



Ciudad de México, México

Recomendaciones para la integración y recuperación del humedal urbano Tláhuac-Xico en el desarrollo urbano sostenible de la ZMVM

5. Recomendaciones para la integración y recuperación del humedal urbano Tláhuac-Xico en el desarrollo urbano sostenible de la ZMVM

En este apartado se desarrollan estrategias para la recuperación e integración del ecosistema del humedal urbano Tláhuac-Xico a las dinámicas urbanas de las dos demarcaciones. Se desarrollan estrategias desde el ámbito regional con un análisis multicriterio de aptitud territorial para el desarrollo urbano sostenible en la zona de estudio. Además, se desarrolla una serie de recomendaciones desde una escala local en donde se puntualiza acciones complementarias (a las propuestas por los instrumentos de planeación anteriormente revisados) en cada demarcación de manera conjunta. Y, por último, a escala comunitaria o barrial, se desarrolla una descripción de la propuesta del proyecto Laboratorio Vivo del Humedal el cual consiste en rehabilitar el ecosistema desde actividades comunitarias para su integración al desarrollo urbano de la metrópoli como un elemento natural para combatir el cambio climático y mejorar las condiciones urbanas y ambientales de esta parte de la Zona Metropolitana del Valle de México.

5.1. Aptitud territorial para el Desarrollo Urbanos Sostenible

Cómo estrategia desde la planeación urbana se optó por generar un mapa de aptitud territorial para el desarrollo urbano sostenible, en el cual se ponderó a los atributos naturales con un valor alto para conservarlos y evitar su utilización como zonas de expansión urbana.

El resultado se categoriza de la siguiente manera

- Nulo: indica que se restringe la expansión urbana, es decir construcciones para viviendas
- Muy bajo: en medida de lo posible se debe evitar la expansión urbana en estas zonas, porque presentan un riesgo y genera un mayor grado de vulnerabilidad a la población
- Bajo: pueden producirse construcciones para uso periurbano, pero que contengan beneficios de abastecimiento, de preferencia evitar la vivienda
- Medio: zonas que posibilitan la expansión urbana, pero que en la medida de lo posible se prefieran y dominen usos no urbanos
- Alto: se permite las construcciones de diversos indoles para apoyar y desarrollar nuevas dinámicas urbanas

El total de superficie que tiene cada rubro se muestra en la tabla 10, se indica un total de 13,146.22 ha registradas, de las cuales 3.87% es zona nula, 8.52% zona muy baja para la expansión urbana,

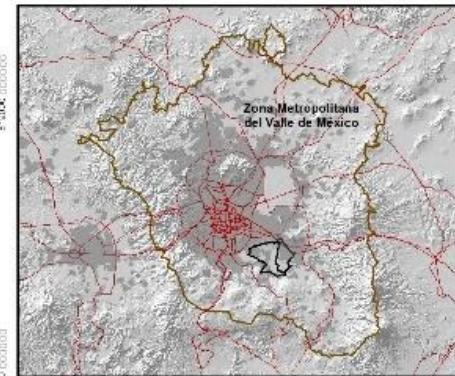
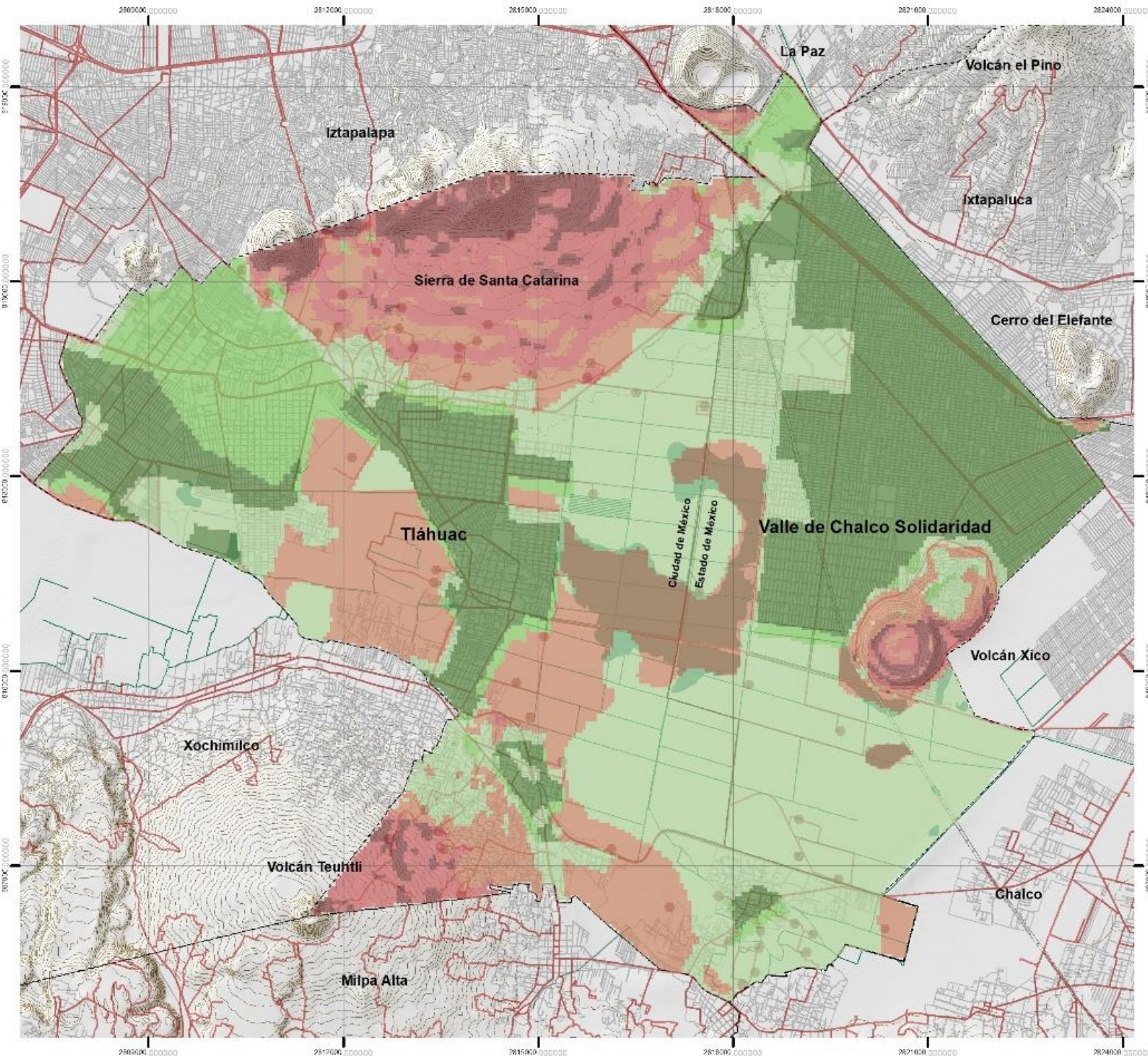
20.45% se considera como zona baja, 34.16% zona con aptitud media para la expansión urbana, 8.01% con aptitud alta, y, por último, el 24.97% se consideran zonas con muy alta aptitud para la generación de las dinámicas urbanas.

Tabla 10 Superficie de los rubros de la aptitud territorial sostenible en la Zona de Estudio

Grado de aptitud territorial	Superficie en ha	Porcentaje
Nulo	508.94	3.87
Muy bajo	1120.11	8.52
Bajo	2689.58	20.46
Medio	4491.41	34.17
Alto	1053.31	8.01
Muy alto	3282.87	24.97
Total	13146.22	100.00

Fuente: Elaboración propia

De manera territorial como se muestra en el mapa 25, se tiene que el rubro nulo se encuentra principalmente en la Sierra de Catarina, el Volcán Xico y el Volcán Teuhtli, lo anterior derivado a las pendientes abruptas obtenidas en estos sitios. Por otro lado, las zonas con aptitud muy baja y baja se encuentran en las principales zonas de transición y generalmente en el cuerpo de agua del humedal urbano Tláhuac-Xico. Además, la aptitud media se ubica en lo que se ha caracterizado la zona de agricultura. Para el caso de la aptitud territorial de grado alto para el desarrollo urbano se encuentran las áreas en las que las zonas urbanas se han expandido hasta el momento, y se resalta que este grado también se encuentra en menor grado en las orillas del humedal, posibilitando su apertura a integrar y generar actividades de bajo impacto o que ayuden a conservarlo. No obstante, como se observa en el mismo mapa, las zonas que presentan el grado de aptitud territorial muy alto son los centros urbanos consolidados, por lo que el centro de San Pedro Tláhuac, San Andrés Mixquic y la localidad San Miguel Xico, son las que se ubican en este rubro. Lo anterior puede verse en el siguiente Mapa 25. Aptitud Territorial para el Desarrollo Urbano Sostenible en la Zona de Estudio, cuya fuente es elaboración propia a partir de la tabla de ponderación construida para este caso.



Simbología temática

Grado de aptitud territorial

- Nulo
- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

- #### Simbología general
- Curvas de nivel
 - Entorno urbano
 - Canales
 - Municipios de interés
 - Vía férrea
 - Límite de municipios
 - Vialidad
 - Límite estatal
 - Cuerpos de agua
 - Localidad rural

Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Arquitectura
 Licenciatura en Urbanismo
 Tesis de grado
 Ramos Cruz Armando Uriel



Fuentes

Carta topográfica: Escala 1:50,000
 INIA, 1995
 Museo Geobotánico, INEGI, 2002
 Base Nacional de Datos, INEGI, 2002
 Centro de Información y Visualización, INEGI, 2002

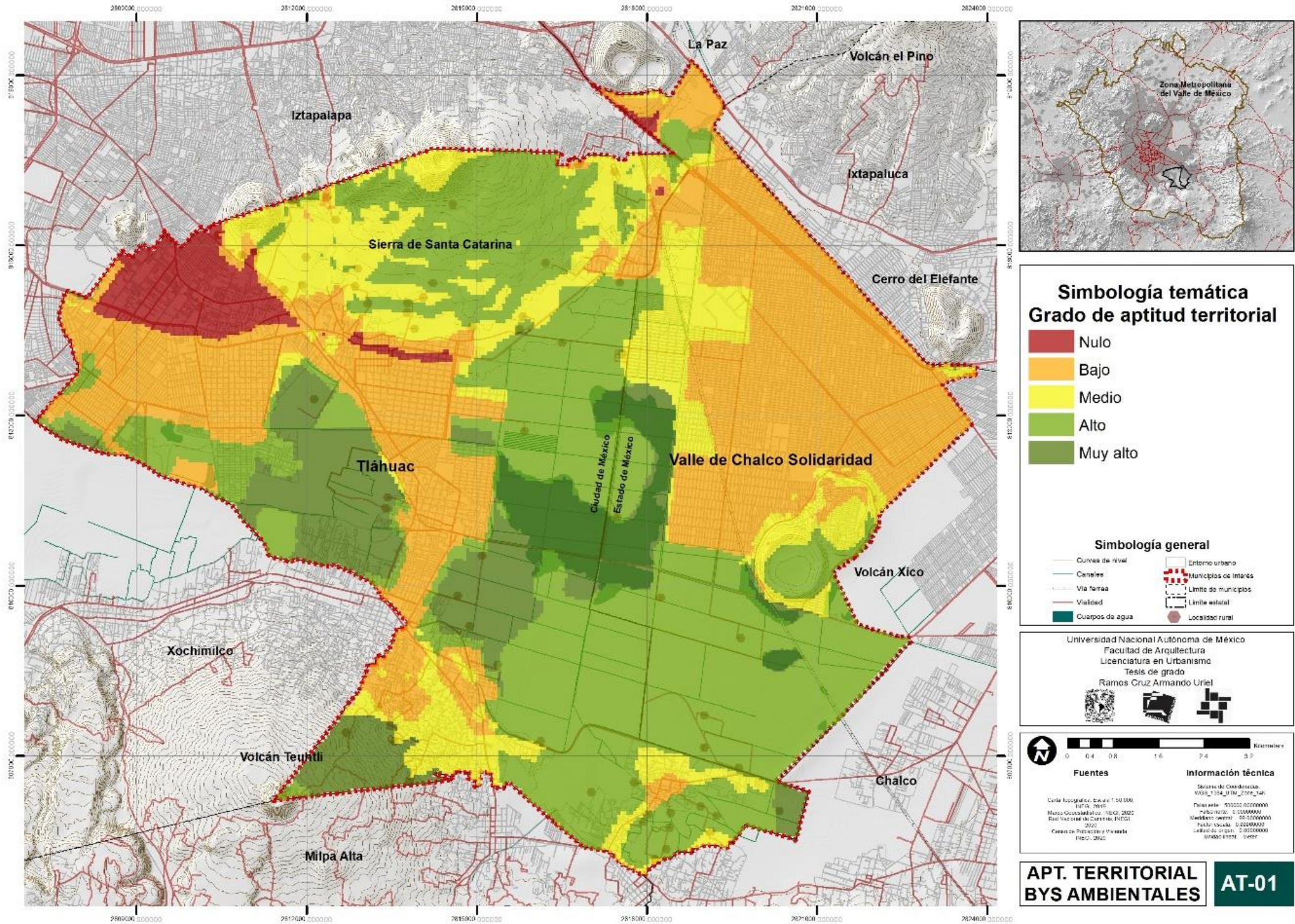
Información técnica

Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_14N
 Datum: WGS 84
 Proyección: UTM
 Escala: 1:50,000
 Fecha de edición: 2022

**APT. TERRITORIAL
 DU SOSTENIBLE**

AT-03

Mapa 26 Aptitud Territorial para Bienes y Servicios Ambientales en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia

En tal sentido, para identificar el por qué deben de conservarse los elementos naturales importantes en la zona se realizó, a la par, un mapa de aptitud territorial para bienes y servicios ambientales, el cual (como se ilustra en el mapa 26) nos indica que las zonas con mayor potencialidad o mejor aptitud para generar los servicios ecosistémicos son: con un grado alto la parte central de la Sierra de Santa Catarina, la zona agrícola de las dos demarcaciones por su cercanía al humedal y por ser una fuente de empleo, y con un grado muy alto los cuerpos de agua identificados en la zona entre ellos el humedal urbano Tláhuac-Xico y sus remanentes a un costado del Volcán Xico, por los servicios ecosistémicos que ofrecen. He aquí donde se relaciona la teoría sobre los servicios ambientales urbanos de los humedales, cuya relación establece que es el cuerpo de agua un elemento que genera mayores servicios ecosistémicos proporcionando mejores condiciones ambientales a la zona.

Este modelo de aptitud territorial constituye una base para orientar el crecimiento urbano de manera sostenible en la zona de estudio, sin que afecte en mayor grado a los ecosistemas presentes, y que en su caso puedan ser incorporadores al desarrollo urbano de una manera activa e integral en conjunto de los actores claves identificados en el apartado anterior. Además, refuerza la idea de evitar la expansión de la superficie urbana sobre la Sierra de Santa Catarina, el Volcán Xico, el Volcán Teuhtli y, en especial atención sobre el Humedal urbano de Tláhuac-Xico debido a su generación de servicios ecosistémicos que benefician a la zona y población en general.

También se destaca que el uso de un modelo de aptitud territorial para identificar las potencialidades que tiene el territorio de la zona de estudio es algo que, desde el punto de vista de la planeación, debe de implementarse con el fin de identificar qué zonas son las que tienen un alto valor de bienes y servicios ambientales, pues dichos elementos son (y deberán ser) ejes estructurales de la planeación y diseño urbano en los próximos años. Aunque es un método con mucha peripecia cualitativa y de valoración subjetiva, la conformación de equipos multidisciplinarios y la interacción de saberes, puede permitir que este ejercicio sea un modelo más sólido y de mucha utilidad no sólo para designar las zonas de expansión urbana, de productividad agrícola y ganadera, sino que también a la par, permita identificar las zonas con mayor vulnerabilidad ante riesgos naturales, y sobre todo, destacar los bienes y servicios ambientales que existen en la zona, con la finalidad de ejercer una interacción más equilibrada entre todos los temas.

5.2.Recomendaciones y estrategias para lograr un desarrollo urbano sostenible a escala local

En este subapartado se sistematiza una serie de recomendaciones desde la planeación urbana local para la integración activa del ecosistema del Humedal como un elemento de infraestructura verde y de integración socio-cultural en la zona de estudio. Estas recomendaciones están divididas en cinco grandes rubros; 1) Económicas, 2) Ambientales, 3) Culturales, y 4) Sociales, cuya base son las que se proponen desde la parte 5) Urbana. También es pertinente mencionar que se integran y complementan las acciones que designan los instrumentos de planeación urbana vigentes en Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad.

En temas económicos se recomienda:

- Reforzar la producción agrícola mediante el sistema chinampero en San Andrés Mixquic y la localidad Los Reyes Tláhuac.
- Impulsar y generar zonas de producción chinampera en áreas permitidas para la producción agrícola en Valle de Chalco Solidaridad.
- Fomentar actividades turísticas de bajo impacto en el gran cuerpo de agua del humedal
- Consolidar la actividad industrial, comercial y de servicios en los corredores y zonas existentes mediante incentivos y regularización fiscal

En temas ambientales se recomienda:

- Rehabilitar las condiciones ecológicas del humedal mediante técnicas de bio-regeneración en sus orillas
- Reforestar zonas estratégicas en la sierra de Santa Catarina, Volcán Xico y Volcán Teuhtli con la finalidad de mejorar la filtración de agua hacia el valle
- Construir un sistema de filtrado de agua en zona estratégica del humedal para mejorar su calidad mediante humedales artificiales de menor tamaño
- Revisar, y en su caso mejorar, las condiciones de los canales de riego existentes en la zona de estudio
- Implementar un programa de operación de las ANP existentes en la zona de estudio que permita un uso recreativo de bajo impacto.

En temas culturales se recomienda:

- Impulsar el conocimiento tradicional de las chinampas en las localidades urbanas mediante talleres y conferencias
- Promover cursos y talleres de educación ambiental con los colectivos e instalaciones culturales, mostrando todos los beneficios de los ciclos cerrados de energía que los ecosistemas de humedales generan a la población
- Generar recorridos en el ecosistema que explore y muestre a la población la biodiversidad que existe en el humedal urbano Tláhuac-Xico para su conocimiento y valorización

En temas sociales se recomienda:

- Concientizar sobre el riesgo de inundación y generar protocolos de acción desde la gestión integral de riesgos
- Generar identidad social y locataria mediante acciones de comunidad, con la colaboración de los colectivos y los centros culturales y desarrollo social, como grupos de limpieza, desayunos comunitarios, etc.
- Proporcionar entornos de diálogo para construir soluciones a las problemáticas de primera necesidad de los habitantes en las inmediaciones del humedal.

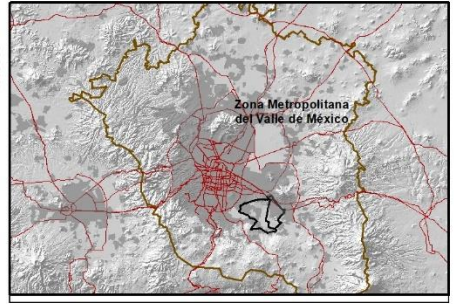
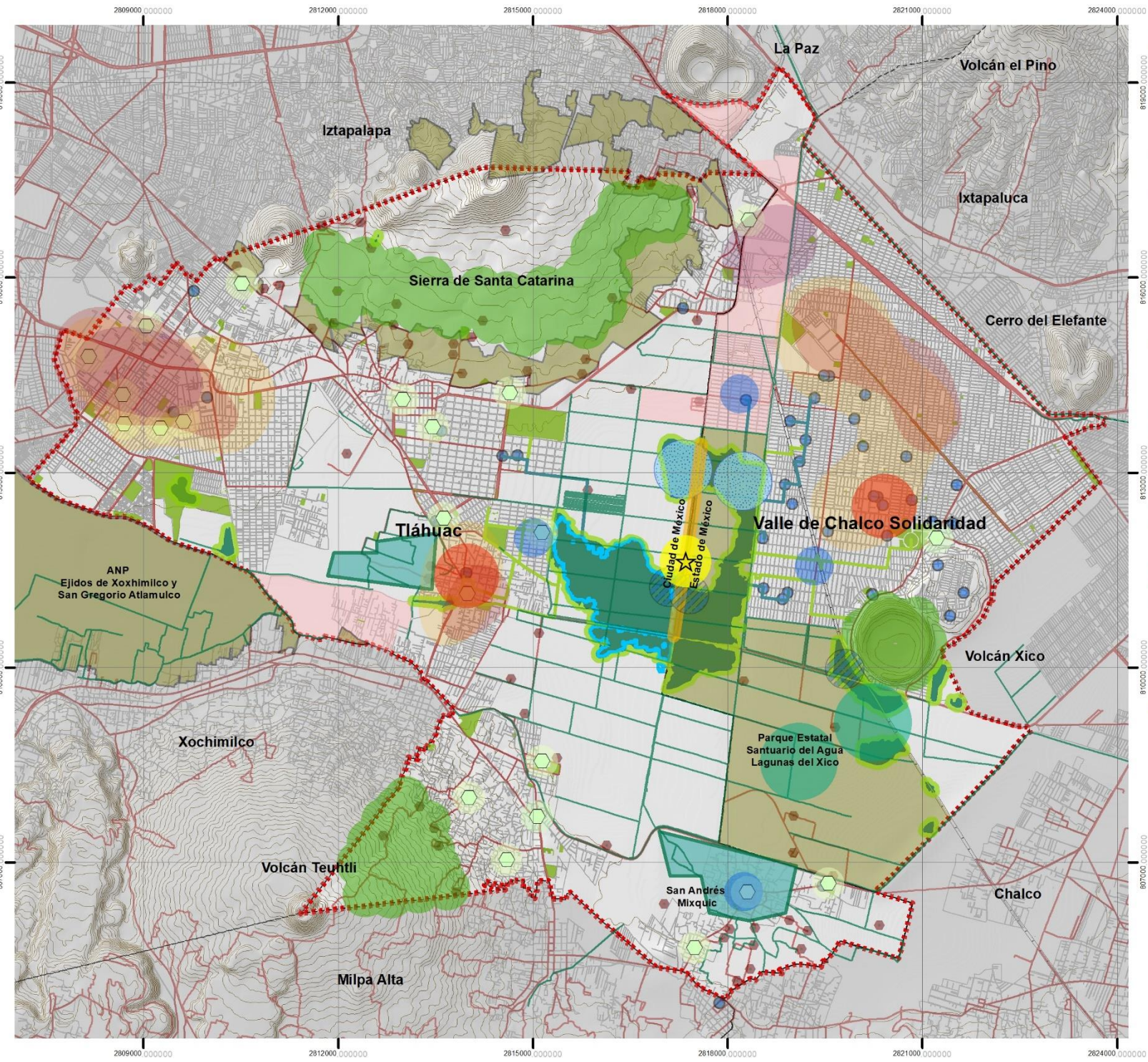
En temas Urbanos se recomienda:

- Agregar la delimitación del cuerpo de agua del Humedal en los instrumentos de planeación
- Mejorar la infraestructura hidráulica con innovación tecnológica en las viviendas con carencia de las mismas
- Generar un sistema de captación de agua pluvial en los equipamientos educativos de nivel básico que promueva el uso de agua de lluvia
- Construir infraestructura de captación de agua pluvial en las colonias inmediatas cuyo destino sea el humedal
- Generar un sistema de espacios públicos diseñados mediante el mejoramiento de cruces y calles, promoviendo su vinculación con el humedal
- Crear un espacio público de acceso controlado al centro del humedal que sirva como un elemento de integración ente las dos demarcaciones y su población

- Elaborar y poner en marcha Programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Construcción para evitar la contaminación del ecosistema en Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad

Todo lo anterior está plasmado en el siguiente Mapa 27. Recomendaciones para integrar el Humedal urbano Tláhuac-Xico al desarrollo urbano, cuya fuente es elaboración propia a partir del análisis previo. Este mapa se ubica en la siguiente página:

Para concluir este apartado se menciona que el humedal deberá de considerar su mejoramiento desde una dinámica urbana, pero manteniendo sus cualidades ecológicas. En tal sentido, el siguiente proyecto presentado hace mucha sinergia con toda la línea hasta aquí revisada. El Humedal urbano de Tláhuac-Xico debe ser un elemento de infraestructura verde que incentive la integración social mediante acciones comunitarias y generando una planeación urbana sostenible en las dos demarcaciones, el humedal, en tal sentido, deberá mantenerse vivo y formar parte a la metrópoli como un espacio público, o en su defecto, como un laboratorio que nos permita indagar las formas de crear un escenario realmente sostenible en los entornos urbanos.



- Propuestas**
- Ámbito económico**
- Impulsar zona chinamera
 - Generar actividades turísticas
 - Promover la producción con chinampas en VCS
 - Incentivar zona Industrial
 - Incentivar zona Comercial
 - Incentivar zona de Servicios
- Ámbito ecológico**
- Construcción de humedales artificiales
 - Promover la Bio-remediación
 - Promover áreas de reforestación
 - Mejorar programas de las Áreas Naturales Protegidas
 - Limpia y fortalecer canales
- Ámbito sociocultural**
- Espacios culturales para educación ambiental
 - Recorridos para el reconocimiento de la biodiversidad
 - Actividades de identidad comunitaria
 - Generar talleres de cohesión cultural y prevención de riesgos
- Ámbito urbano**
- Conexión de infraestructura pluvial
 - Conexión de espacios públicos y áreas verdes
 - Construir infraestructura urbana
 - Delimitar el cuerpo de agua del Humedal en el PDDU de Tiáhuac
 - Orillas con diseño de espacio público
 - Laboratorio Vivo del Humedal

Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Arquitectura
 Licenciatura en Urbanismo
 Tesis de grado
 Ramos Cruz Armando Uriel

Fuentes

Carta Topográfica, Escala 1:50,000, INEGI, 2019
 Marco Geoespacial, INEGI, 2020
 Red Nacional de Caminos, INEGI, 2020
 Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020

Información técnica

Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_14N
 Falso este: 0.0000000000000000
 Meridiano central: -99.0000000000000000
 Factor escala: 0.9996000000000000
 Leitura de origen: 0.0000000000000000
 Unidad lineal: Metro

RECOMENDACIONES GENERALES

RG-01

5.3. Laboratorio Vivo del Humedal

La propuesta de integración y recuperación del ecosistema que se presenta a continuación se deriva de un ejercicio práctico que participó en el concurso Climatón, UNAM (2022), cuya edición tenía como objetivo presentar proyectos para combatir el cambio climático en las ciudades mexicanas. El proyecto presentado logró obtener el premio del tercer lugar a nivel nacional, compitió contra distintas instituciones de diferentes lugares del país, tales como Jalisco, Veracruz, Hidalgo, Ciudad de México y Estado de México.

El proyecto fue elaborado desde la visión de un equipo multidisciplinario de estudiantes de la Facultad de Arquitectura, UNAM. El equipo se conformó por las arquitectas Julia Carolina García Juárez, Oriana Alessandra Durán del Valle, las paisajistas Mariela Martínez Álvarez y Andrea Reyna Aguilar, así como el urbanista Armando Uriel Ramos Cruz (el que suscribe).

La propuesta se desarrolló durante un periodo de tres meses (julio-septiembre del 2022) con el propósito de conformar una idea sólida que contrarreste los efectos negativos del cambio climático en las ciudades, promoviendo acciones colectivas, creación de espacios públicos urbanos, así como incentivar el actuar de la comunidad para el bien común.

El trabajo fue apoyado en su mayoría por Yvonne Davalos, coordinadora del Climatón y su equipo, así como de diversas mentorías de expertos en temas referentes al cambio climático. Se reconoce que las mentorías de Alessia Kachadourian, Mir Rodríguez, Mari Mater, Nathalie Seguin y Patricia Silva, invitados por el Climatón, apoyaron en el reforzamiento de ideas para contemplar en todas sus aristas el proyecto, desde la visión regional hasta el desarrollo del trabajo colectivo in situ.

Además, el proyecto también fue seleccionado para representar a México en la imaGen Ventures Youth Challenge 2021/2022, convocado por UNICEF, lo cual alentaba recibir capital semilla para su concreción in situ. Sin embargo, aunque calificó a dos de cuatro etapas, el proyecto no continuó en el proceso por descalificación ante falta de inversión previa.

Asimismo, el proyecto también fue presentado en el congreso internacional “Educación ambiental y gestión integral del agua” efectuado en Oaxaca de Juárez, México; los días 20, 21, 22, 23, y 24 de febrero del 2023, dicha actividad se celebró en convenio con la Cooperación Triangular UE-ALC

Adelante2, cabe resaltar que fue de los proyectos donde los integrantes fueron entre los más jóvenes en el panel¹⁸.

A continuación, se describe en qué consiste el proyecto, es pertinente aclarar que, aunque el proyecto se aterrizó en un contexto de cambio climático, es indudable su sinergia con un desarrollo urbano sostenible que se apoya en el humedal como elemento para reforzar las soluciones basadas en la naturaleza y las infraestructuras verdes en el contexto urbano. El ejercicio no sólo se enfoca en contrarrestar los efectos negativos del cambio climático en las ciudades, sino de prever un desarrollo social, cultural, ambiental y económico adecuado en la zona de estudio de interés.

Para la descripción del proyecto se utiliza la siguiente estructura:

- Título del proyecto
- Título descriptivo del proyecto
- Video de 3 min que explica la idea general del proyecto
- Visión y objetivos del proyecto
- Problema que resuelve
- Solución y beneficios
- Motivación del proyecto

5.3.1. Título del proyecto

Laboratorio Vivo del Humedal

5.3.2. Título descriptivo del proyecto

El agua como recurso generador de espacios públicos

5.3.3. Video

- Link: [Laboratorio Vivo del Humedal #ClimatónUNAM](#)
- Link de presentación del proyecto: [FA UNAM. CLIMATÓN UNAM](#). minuto 39:25 a 44:45

18 Minuto 7:50:00 del siguiente video
https://www.youtube.com/watch?v=gcVOy8xje6E&ab_channel=Fundaci%C3%B3nLe%C3%B3n-Tucum%C3%A1n

5.3.4. Visión y objetivos del proyecto

Laboratorio Vivo del Humedal es un espacio público del humedal urbano Tláhuac-Xico que permite involucrar y mostrar a la población de manera educativa y experimental, el uso de estrategias de biorremediación y ciclos cerrados de energía y agua, para que sea un ejemplo de éxito promoviendo su replicabilidad en los demás humedales de la cuenca.

El objetivo principal es rehabilitar el humedal para que con sus características ecosistémicas mejore el clima, recupere la flora y fauna más distintiva de la región, resignificando las diferencias entre naturaleza, ciudad y comunidad, con la finalidad de lograr un escenario socioambiental justo para el futuro de la ciudad.

5.3.5. Problema que resuelve

Históricamente la cuenca de la Ciudad de México solía estar cubierta por cinco lagos. Con el paso del tiempo los lagos fueron desapareciendo a causa de la urbanización, modificando la biodiversidad, el paisaje natural y el ciclo hidrológico de la zona. Actualmente el humedal de Tláhuac-Xico es un ecosistema remanente del antiguo gran lago, sin embargo, ha sido deteriorado y contaminado por las dinámicas urbanas de la zona, misma que mantiene condiciones de baja calidad en los servicios urbanos, espacios públicos y de recreación.

Se prioriza la rehabilitación del humedal, porque apoya el progreso hacia los ODS en diferentes temas, e impulsa la justicia climática y socioespacial, promoviendo el cumplimiento de los derechos humanos de las personas con mayor vulnerabilidad. Además, los humedales urbanos son ecosistemas que pueden ser un medio de producción, regulan el microclima, amortiguan el volumen de agua de lluvia, aumentan el valor paisajístico, e incluso, promueven la salud y bienestar de las personas, como apoyo gráfico se ilustra en la siguiente figura.

Figura 25. Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 que promueve el proyecto



Fuente: Retomado de la presentación final para el concurso Climatón, UNAM (2022)

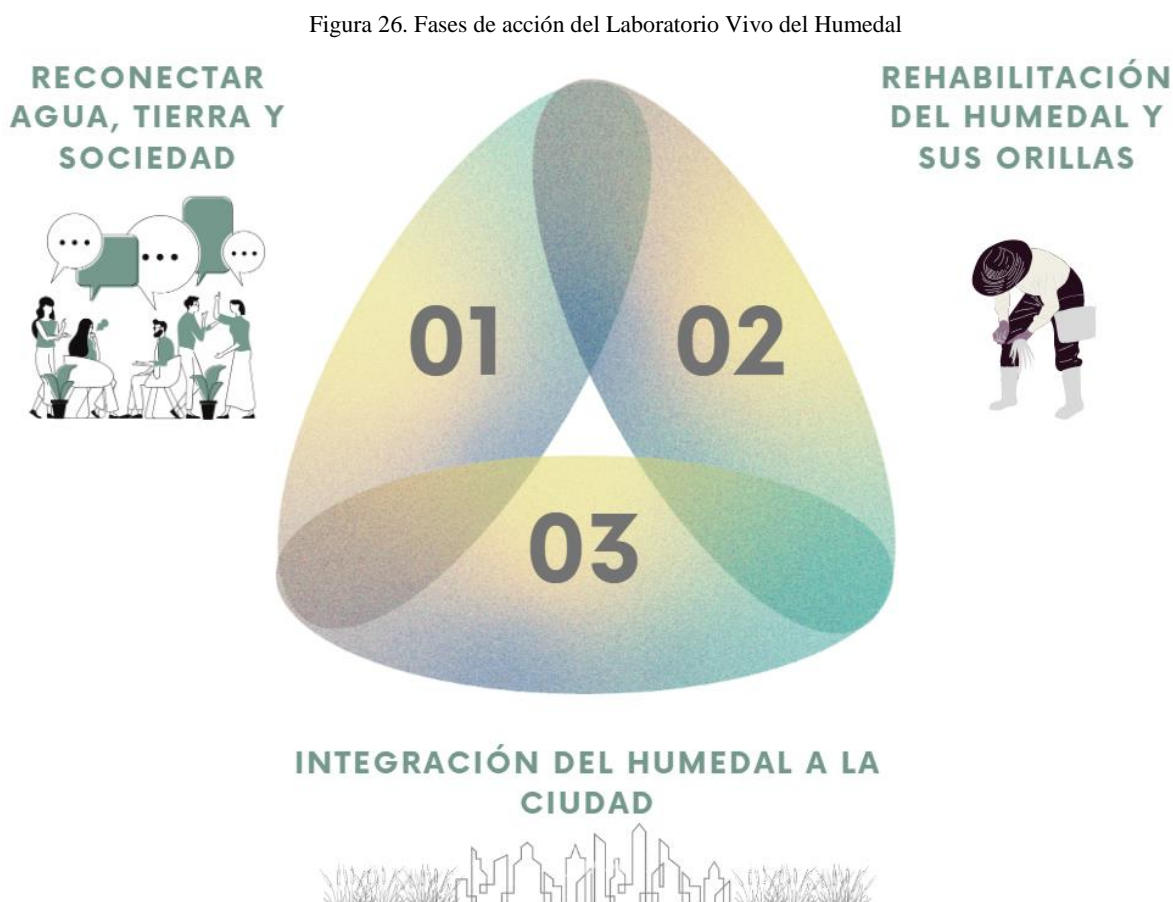
5.3.6. Solución y beneficios

Se propone al Laboratorio Vivo del Humedal como un espacio público en los bordes del humedal que permita involucrar y mostrar a la población de manera educativa y experimental, el uso de estrategias de absorción de carbono, biorremediación, y ciclos cerrados de energía y agua, para que el Humedal Tláhuac-Xico se convierta en un elemento resiliente e integrador entre la ciudad, comunidad y ecosistemas naturales.

El proyecto consiste en tres fases o ámbitos,

- Reconectar agua, tierra y sociedad
- Restauración del humedal y sus orillas
- Integración del humedal con la ciudad

Los cuales son representados en la siguiente figura:



Fuente: Retomado de la presentación final para el concurso Climatón, UNAM (2022)

En la fase Reconectar agua tierra, y sociedad consiste en dos principales acciones:

- Mapas y recorridos colectivos en donde nuestros principales actores son el colectivo Arte, Cultura Xico, promotor de actividades en Pilares, así como la población interesada.
- Observatorio de especies, aviturismo, en donde se considera al biólogo Alejandro de la UAM junto con su grupo de observación de aves para realizar los recorridos con estudiantes de nivel básico de la zona

El objetivo es construir tejido social, conocimiento y concientización acerca de la biodiversidad del humedal para su revalorización desde la población aledaña, resumen de lo anterior se encuentra en la siguiente figura.

Figura 27. Fase Reconectar agua tierra, y sociedad

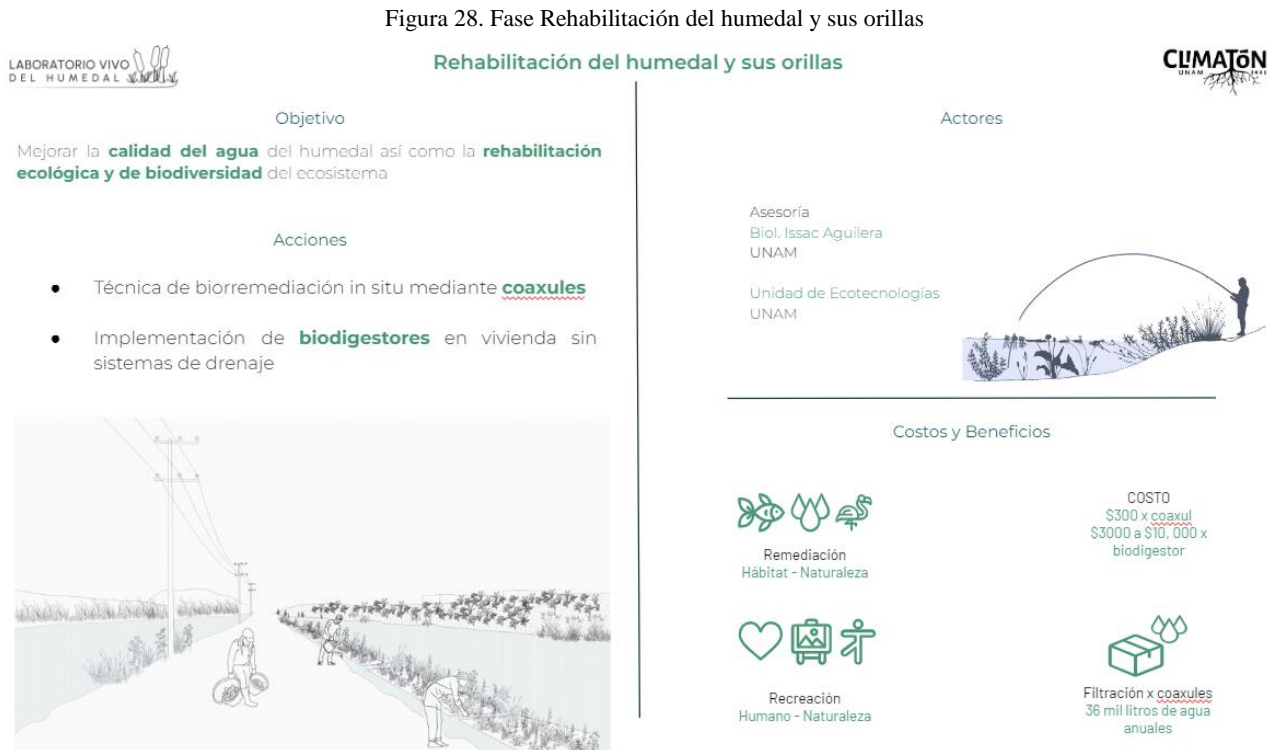


Fuente: Retomado de la presentación final para el concurso Climatón, UNAM (2022)

En la fase de Restauración del humedal y sus orillas se propone:

- Técnica de biorremediación in situ mediante coaxules con la colaboración del biólogo Isaac, estudiantes de nivel básico, así como la comunidad interesada
- Prototipos de biodigestores con la participación de la Redbiolac, UNAM, así como los habitantes de las viviendas sin drenaje y autoridades locales

Los beneficios que se obtienen en esta fase es el mejoramiento de la calidad de más de 36, 000 lt de agua por coaxul, ayudando al humedal con su rehabilitación ecológica y de biodiversidad del ecosistema, además de evitar la contaminación del agua por el desecho de aguas residuales de más de 200 viviendas que no cuentan con los servicios públicos urbanos adecuados, tal como se ilustra en la siguiente figura.



Fuente: Retomado de la presentación final para el concurso Climatón, UNAM (2022)

Para la fase de Integración del humedal a la ciudad se tiene pensado trabajar en cuatro grandes temas, RSU, agua, productividad y recreación, en donde:

- Para el tema de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se propone en coadyuvar en una propuesta de gestión integral de residuos sólidos urbanos, en sus 4 etapas; generación, recolección, tratamiento y disposición final, lo anterior se realizará con gobiernos locales, organización de recolectores y servicio de limpieza, así como con la orientación de Greenpeace y la puesta en marcha de iniciativas privadas como el de Hagamos Composta.
- En el tema de agua se propone el desarrollo de infraestructura de bajo impacto que aproveche y mejore la gestión y calidad hídrica de la zona, empezando con la instalación de jardines de lluvia, cultivo de algas y lirio acuático, así como infraestructura para agua pluvial, acciones llevadas a cabo con la participación de los gobiernos locales, escuelas e iniciativas privadas como isla urbana
- En cuanto a la productividad se pretende incorporar a la acción a los ejidatarios, los gobiernos locales, así como a la población aledaña. Se propone en esta etapa la adecuación del medio para cultivar alimentos, así como flores mediante la técnica de chinampas y canales, retomando la identidad cultural histórica del sitio.
- Y por último el tema de recreación se pretende trabajar con las autoridades locales y federales, así como con la población en general para el desarrollo de espacios públicos de recreación en las orillas del humedal, así como actividades de ecoturismo de bajo impacto para su integración con su contexto local y regional.

En suma, los beneficios esperados de esta fase compleja es la de mejorar la gestión de los residuos en la ciudad, así como evitar la contaminación de suelos y agua por ellos, también se obtiene el saneamiento de aguas y la extracción excesiva del agua subterránea, así como de beneficios económicos tanto de producción agrícola como de los servicios eco turísticos implementados, y sobre todo, se busca generar bienestar y el mejoramiento de la calidad de vida urbana de los habitantes de la zona. Lo anterior se ilustra con la Figura 29. Beneficios de la integración del humedal a la ciudad, cuya fuente se retoma de la presentación final para el concurso Climatón UNAM (2022), y la cual se muestra a continuación.

Integración del humedal a la ciudad

Humedal sano secuestra **515 ton CO₂ al año**



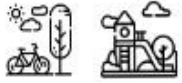
Regulación hídrica
Técnicas patrimoniales de menor impacto

Captación de agua de lluvia
Abastece de 5 a 8 meses al año



Integración comunitaria
Acciones por el clima, adopción de una plantita y captación pluvial

Beneficios directos de espacio público y recreativo a **+600 mil personas**
Tiáhuac - Valle de Chalco



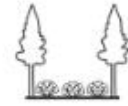
Espacios Públicos urbanos

Gestión integral de RSU
Evita la generación de +154 mil ton de CO₂ al año



Centros de compostaje y de educación ambiental

Producción por medio de chinampas puede llegar a ser de **\$13,000 x ton**
1km² = 15 ton = \$191, 250



Producción agrícola sostenible
Técnicas chinampas

Actualmente existen **32 especies de aves**



Mejoramiento del hábitat
Técnicas de biorremediación

SECCIÓN REGIONAL

Rehabilitación del ecosistema de matorral

Modelo de vivienda de bajas emisiones + agricultura

Agroecología + recirculación del agua

Implementación de chinampas



Consideramos que el gran reto es poder integrar a los ejidatarios de forma activa al proyecto y que ellos se beneficien de la mayoría de los resultados que genera el proyecto, por lo que es importante su rescate como un espacio integrador de intercambio de saberes. Además, las estrategias de nuestro proyecto se relacionan con otros de la misma índole, tal como el Parque Ecológico del Lago de Texcoco y de Xochimilco, lugares que no sólo consolidan la identidad cultural histórica de nuestra ciudad, sino de todo el país.

Figura 30. Laboratorio Vivo del Humedal y sus dinámicas regionales



Fuente: Retomado de la presentación final para el concurso Climatón, UNAM (2022)

5.3.7. Motivación del proyecto

La preocupación por el agua, los ecosistemas y la comunidad son los elementos principales que se toman en cuenta en la elaboración de la propuesta, pues el trabajo coordinado con los principales actores fomentará el rescate y cuidado del humedal, y así aprovechar los servicios ecosistémicos que se generan para alcanzar la justicia climática, además de fortalecer la identidad cultural histórica de la ciudad. Así pues, el objetivo a futuro de este proyecto es que logre un cambio de paradigma urbano en la zona, aumente la resiliencia de los espacios naturales y disminuya la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático como las inundaciones, las sequías, la erosión de suelos y/o las islas de calor.

Por otra parte, como reflexiones de este apartado y su vinculación con este proyecto de investigación, el proyecto Laboratorio Vivo del Humedal se presenta como una alternativa de acciones que reconecten a los ecosistémicas de humedales con la vida cotidiana de las comunidades y de las metrópolis en sí. Además de la recomendación de integración del humedal al desarrollo urbano de la zona a escala comunitaria, este proyecto está relacionado con los principales objetivos de la presente investigación, pues toman al ecosistema como eje central para la toma de decisiones de desarrollo urbano y social, y no sólo eso, sino también procura generar servicios ecosistémicos que ayuden a contrarrestar los efectos negativos del cambio climático, y así en conjunto, apoyar el desarrollo de los ODS 2030 y mejorar los entornos urbanos desde una manera sostenible.

Es así que, el Laboratorio Vivo del Humedal busca la conciliación y la puesta en marcha de las iniciativas de todos los actores identificados, presenta la posibilidad de cubrir los intereses de cada actor analizado, además permite generar soluciones basadas en la naturaleza para el adecuado desarrollo urbano, no sin antes, beneficiar a más de 700.000 personas que habitan en Tláhuac y Valle de Chalco como un espacio público, cultural, productivo y recreativo, desde una perspectiva ambiental y paisajística, tal como se ilustra en la Figura 31. Imagen objetivo del Humedal urbano Tláhuac-Xico, misma que pertenece a la presentación final para el concurso Climatón UNAM (2022) la cual se presenta a continuación:



5.4. Conclusiones

Como se ha visto en el compendio de este capitulado número tres, las estrategias que se pueden incorporar en la planeación urbana parten del reconocimiento de los elementos naturales en los entornos urbanos. En tal sentido, la estructura del proyecto parte desde una recomendación de escala regional con el análisis de aptitud territorial para el desarrollo urbano y también para el de bienes y servicios ecosistémicos abarcando a la zona de estudio en su conjunto. La segunda escala que se implementa es el de a nivel local, en donde se puntualiza en cada demarcación una serie de acciones que, en el mejor de los casos, deben implementarse para asegurar la preservación e integración del humedal urbano al desarrollo de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad. Y, por último, la escala a nivel de barrio o comunidad, en donde el proyecto (iniciativa) Laboratorio Vivo del Humedal, entra a consolidar los procesos sociales de reconocimiento de las transformaciones paisajísticas, entendidas éstas como las interrelaciones que suceden entre la naturaleza y las personas, y de las desigualdades existentes entre los habitantes, además de ser un llamado a la acción para el reconocimiento de los beneficios que pueden obtener tras el cuidado y conservación del ecosistema del humedal.

De esta manera, estas recomendaciones deben ser construidas desde una visión multidisciplinar, apoyándose e integrándose a las agendas públicas de las demarcaciones administrativas que conforman la zona de estudio. Sin duda, estas recomendaciones pueden ser concebidas como un método general para que el Humedal urbano Tláhuac-Xico se incorpore a las dinámicas urbanas. En primera instancia, como un elemento que propicia la generación de bienes y servicios ambientales beneficiando a la población que habita en la zona de estudio. En segunda instancia, se requiere de acciones puntuales por parte de las administraciones para construir las condiciones adecuadas y llevar al ecosistema a un estado óptimo que permita ser contemplado como infraestructura verde. Y por último, construir lazos y sinergias con la población locataria, organizaciones civiles, con la academia, donde coloquen a los actores sociales como agentes de cambio y cuidadores del territorio, esto con la finalidad de propiciar el reconocimiento cultural y ambiental desde la comunidad con diferentes actividades, para así crear, construir e integrar este ecosistema a la zona de estudio como un espacio de integración social que beneficie y propicie la productividad, la recreación, así como la identidad cultural con el territorio.

En suma, estas propuestas conllevan un hilo que va entretejiéndose acorde a las diferentes escalas espaciales analizadas, siempre y cuando se vayan realizando cada una de las actividades presentadas.



Tuxtla Gutierrez, Chiapas

Conclusiones generales



Conclusiones generales

En esta investigación se logra identificar que el patrón de crecimiento de las metrópolis no ha sido neutro, sino que depende de varios factores, entre ellos, y con mayor peso, la parte económica. Además, la extensión superficial de las metrópolis es derivada por los elevados precios del suelo urbano en los centros de las metrópolis, provocando que las personas con bajos recursos económicos busquen alternativas en la periferia (en circunstancias de desigualdad social y urbana por el poco acceso a infraestructura, equipamientos, espacios públicos, y de diseño del entorno urbano con calidad) provocando el cambio uso de suelo en el territorio.

De esta manera, las transformaciones al territorio a causa de las actividades urbanas y rurales afectan a entornos naturales, entre ellos a los humedales, alterando los ciclos ecológicos de los ecosistemas lo que provoca la pérdida de valores paisajísticos, características ambientales, y la biodiversidad en los hábitats.

Por lo tanto, la creación de diferentes estrategias internacionales, entre ellos, los ODS 2030, las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) e Infraestructura Verdes, promueven la recuperación de los elementos naturales para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático, así como el de mejorar los entornos urbanos, con la finalidad de mejorar la calidad y el bienestar de las personas y los hábitats.

En tal sentido, los humedales son ecosistemas que presentan diferentes características benéficas en favor de mejorar las condiciones urbanas desiguales, pues pueden ser un elemento que mejora el acceso a equipamiento, infraestructura, espacio público y medios de producción mediante su adecuación como infraestructura verde en las metrópolis. Empero también, con sus funciones ecológicas, logran aportar servicios ambientales que favorecen la disminución de contaminantes, regular la temperatura en las metrópolis, además de ser un nicho de biodiversidad, y mejorar la calidad paisajística y valor natural de dónde se ubican, resaltando que también pueden ser un medio de subsistencia, por lo que su cuidado y conservación son de suma importancia en este contexto de cambio climático.

En ese marco, el reconocer estos ecosistemas dentro y próximos a las metrópolis, como humedales urbanos (caso de éxito en la República de Chile), puede cambiar el paradigma de las formas de planeación urbana, generando que las metrópolis puedan tener una integración con su medio natural a través de acciones concretas para su mejoramiento.

De este modo, el empezar a incorporar este concepto en el ejercicio de la planeación urbana logra conciliar la discrepancia que existen entre los componentes naturales y urbanos en el territorio. Es decir, el concepto de Humedal urbano constituye una revolución en el ejercicio de la planeación de asentamientos humanos, derivado a que constituye al ecosistema del Humedal (con todas las características ecológicas) como un elemento a integrar en las condiciones y estructuras urbanas del territorio, permitiendo no sólo su integración teórica y física, sino que lo involucra también desde la parte pragmática y del reconocimiento social.

Ahora bien, el acercamiento a la ZMVM, y en especial consideración, a las demarcaciones de Tláhuac y Valle de Chalco Solidaridad, nos abre un panorama complejo y característico (semejante) con la situación actual de las metrópolis mexicanas las cuales presentan alteraciones ambientales, transformaciones paisajísticas y las condiciones de desigualdad estructurada.

En este aspecto, las demarcaciones anteriormente dichas, presentan dinámicas, estructuras y condiciones urbanas diferentes entre sí, haciendo pertinente destacar que la menos favorecida es la demarcación de Valle de Chalco Solidaridad por su falta de equipamientos culturales, falta de espacios públicos, y es, además, en donde se ubican los asentamientos humanos irregulares que generan mayor presión de perturbación al humedal.

Es entonces que, la rehabilitación del humedal urbano Tláhuac-Xico, puede ser un ejemplo pionero en este ejercicio de la planeación urbana en México, en donde se posibilite la acción en conjunto entre los ámbitos naturales, socio-culturales y urbanos-económicos, a partir de la creación de estrategias y propuestas que incluyan a la comunidad para su apropiación. Además, como se observó durante el periodo que duró la pandemia de Covid-19, es necesario reestructurar las ciudades, las metrópolis, de una manera donde los elementos naturales, y en otros casos, las zonas vulnerables puedan tener la resiliencia suficiente para poder salir de escenarios casi catastróficos.

Por su parte, las estrategias y recomendaciones abordadas en esta investigación, son de carácter regional, local y barrial (comunidad). Se abordaron temas que pueden ser cuantificados y monitoreados a lo largo del tiempo, pues la generación de un modelo de aptitud territorial que identifica zonas (a nivel regional) con mayor potencialidad para uso urbano y para la generación de servicios ambientales, puede ser medida por superficies a lo largo de los años. En la escala local, se presentaron acciones sobre el territorio (de las cuales algunas ya están incorporadas en las agendas públicas), mismas que pueden ser medidas por el número de población beneficiada, o en su caso

particular, se puede contabilizar el número de acciones que van encaminadas a mejorar las condiciones del humedal por cada demarcación.

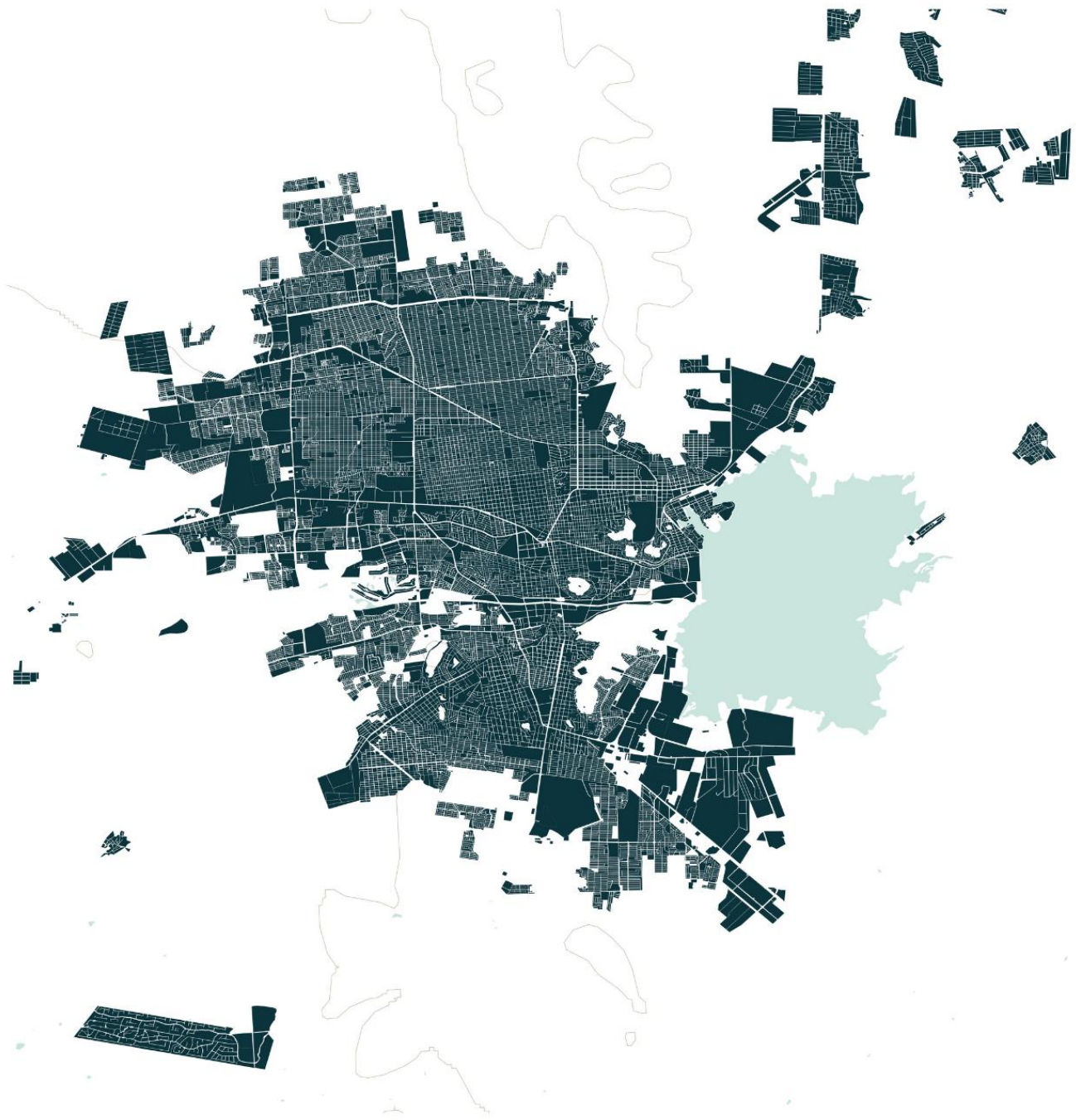
Y, por último, el desarrollo de un proyecto que fue premiado como tercer lugar a nivel nacional en el concurso Climatón, UNAM (2022), dónde la escala de solución es a nivel barrial o de comunidad por su capacidad de integrar a los habitantes de la zona a la solución del problema, es posible medirlo por el número de actores involucrados y acciones que se generan para su reconocimiento. Además, es destacable mencionar que la premiación de dicho proyecto se derivó por su alta replicabilidad a otros contextos similares, y que, además, resuelve problemas que acontecen a las ciudades en el contexto de cambio climático.

Es entonces que, a manera de cierre, la presente investigación logra contestar las preguntas planteadas desde el inicio, siendo la respuesta que; los ecosistemas naturales, y para ser precisos, los humedales pueden ser integrados al desarrollo urbano sostenible mediante su vinculación como elementos de infraestructura verde y espacios de integración social; incluyendo a estos en los instrumentos de planeación no sólo con zonificaciones de protección y conservación, sino como zonas en las que se necesitan incluir proyectos y acciones específicas desde y con la acción comunitaria; y así lograr, un reconocimiento en todos los sentidos de los servicios ambientales que le traen estos a las metrópolis, los cuales son importantes en este contexto del cambio climático.

Es así que, todo esfuerzo, toda idea, y todo el tiempo que se dedique para mejorar y tratar de incorporar ecosistemas naturales a las metrópolis, es un trabajo bien ganado. Porque se necesita de todos los esfuerzos posibles, voluntades políticas, convencimiento social, y destinación de recursos económicos y humanos, para poder reconectar agua, tierra y sociedad, y así cubrir, las necesidades de la vida cotidiana de hoy, pero al mismo tiempo dar posibilidad de cubrirlas en los días futuros.

Por último, he aquí, de todo corazón y con todo el entusiasmo, un granito de arena más que suma a todos los esfuerzos que procuran el cuidado de nuestro planeta, el único lugar que compartimos todas las personas.

¡Gracias!



Hermosillo, Sonora

Referencias Bibliográficas



Referencias bibliográficas

- Banco Mundial. (06 de octubre de 2022). *Desarrollo Urbano*. Obtenido de Panorama General: <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#:~:text=Hoy%20en%20d%C3%ADa%2C%20alrededor%20del,de%20habitantes%2C%20vive%20en%20ciudades>.
- Burguess, R. (2003). Desarrollo urbano sostenible. En D. d. CEPAL, *La ciudad inclusiva* (págs. 193-213). Santiago de Chile: Naciones Unidas. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27824/S2003002_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Camacho, V., & Ruiz, L. A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Bio-ciencias*, 1(4), 3-15. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/235985361_Marco_conceptual_y_clasificacion_de_los_servicios_ecosistemicos
- Chaline, C. (1981). *La dinámica urbana*. Madrid : Instituto de Estudios de Administración Local: Madrid.
- Comisión Europea, Dirección General de Medio Ambiente. (2014). *Construir una infraestructura verde para Europa*. Oficina de Publicaciones. Obtenido de <https://data.europa.eu/doi/10.2779/2738>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (08 de 11 de 2018). *Ciudades Verdes y Sustentables*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/ciudades-verdes-y-sustentables>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (02 de febrero de 2017). *Humedales de la República Mexicana Inventario Nacional de Humedales (INH)*. Obtenido de Portal de Sistemas de Información del Agua: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-humedales-inh>
- CONABIO. (2022). 68. *Remanente del complejo lacustr de la Cuenca de México*. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_068.html
- CONABIO (Dirección). (2023). *Importancia de los humedales* [Película].
- CONAGUA. (2020). *Inventario Nacional de Humedales y ANP*. Obtenido de SINA: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=sitiosRamsar&ver=mapa>
- CONAPO. (2018). *Sistema Urbano Nacional*. Ciudad de México: CONAPO. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN_2018.pdf

- CONAPO. (04 de octubre de 2021). *Índice de marginación 2020*. Obtenido de Documentos: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. (CCMSS). (2019). *Peligro humedales en México por megaproyectos extractivos y agroindustria*. Boletín 03. Obtenido de <https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2019/02/03-2019-DI%CC%81A-MUNDIAL-DE-LOS-HUMEDALES-1.pdf>
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2018). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. México. Obtenido de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015>
- Convención sobre los Humedales. (2021). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Edición especial de 2021*. Gland: Secretaria de la Convención sobre los Humedales. Obtenido de https://static1.squarespace.com/static/5b256c78e17ba335ea89fe1f/t/61b8a951c302f4685dd2944d/1639491927838/Ramsar+GWO_Special+Edition+2021%E2%80%93SPANISH_WEB.pdf
- Convención sobre los Humedales Ramsar. (2015). *LA ACREDITACIÓN DE CIUDAD DE HUMEDAL*. Convención sobre los Humedales Ramsar. Obtenido de <https://www.ramsar.org/es/actividad/la-acreditacion-de-ciudad-de-humedal>
- Convención sobre los Humedales Ramsar. (2018). *Los humedales urbanos: terrenos valiosos, no terrenos baldíos*. Convención sobre los Humedales Ramsar. Obtenido de https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/wwd18_handouts_spanish.pdf
- Convención sobre los Humedales Ramsar. (11 de noviembre de 2022). *Acreditación de ciudad humedal*. Obtenido de Actividades: <https://www.ramsar.org/es/actividad/la-acreditacion-de-ciudad-de-humedal>
- Correa, R. F. (2005). Valoración económica de ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas que abastecen acueductos veredales. *Semestre Económico*, 8(16), 29-48. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1650/165013663002.pdf>
- Cruz Muñoz, F. (2021). Patrones de expansión urbana de las megaurbes latinoamericanas en el nuevo milenio. *EURE*, 47(140), 29-49. doi:<https://dx.doi.org/10.7764/eure.47.140.02>
- De los Ángeles, O., M., Matamoros, V., & Psathakis, J. (2016). *Guía para confeccionar un mapeo de actores*. Fundación Cambio Democrático. Obtenido de <http://45.79.210.6/wp-content/uploads/2017/03/Gu%C3%ADa-para-confeccionar-un-Mapeo-de-Actores.pdf>
- De Mattos, C. A. (2002). Transformación de las ciudades latinoamericanas: ¿Impactos de la globalización? *EURE*, 28(15), 5-10. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612002008500001>

- Delpino, Aguayo, M. A., Portillo, Sosa, V. M., & Mora, Stanley, C. R. (2018). Evaluación de índices espectrales derivados de sensores remotos para la caracterización de ambientes humedales. *Anais 7º Simposio de Geotecnologías no Pantanal, Jardim, Ms*, 112-121. Obtenido de <https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2018/Anais-Geopantanal/pdfs/p15.pdf>
- Departamento de Estudios, Extensión y Publicaciones. (08 de agosto de 2017). *Humedales: Definiciones, funciones y amenazas*. Valparaíso: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado el 2022, de <http://biblioteca.cehum.org/handle/123456789/935>
- Escamilla, H. I. (02 de febrero de 2017). Los humedales en la CDMX, en grave riesgo por los asentamientos irregulares. (B. UNAM, Entrevistador) Obtenido de https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2017_077.html
- Estébanez, J. (1992). La reestructuración económica, cambio tecnológico y sus repercusiones en el espacio. El ejemplo de Madrid. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 33-34(7), 185-199.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Los ecosistemas y el bienestar humano: Humedales y agua. Informe de Síntesis*. Washington, D.C.: World Resources Institute. Obtenido de https://www.millenniumassessment.org/documents/MA_WetlandsandWater_Spanish.pdf
- Fabregat, E. H. (2015). Los actores sociales y el territorio: elementos a tener en cuenta en un Plan de Ordenamiento Territorial. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 7(1), 106-120. Obtenido de <https://publicaciones.unpa.edu.ar/index.php/ICTUNPA/article/view/420>
- Figueroa A., C. (2020). *Guía para la integración de las Soluciones Basadas en la Naturaleza en la planificación urbana. Primera aproximación para Colombia*. Berlín: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/345910614_Guia_para_la_integracion_de_las_soluciones_basadas_en_la_naturaleza_en_la_planificacion_urbana_Primer_aproximacion_para_Colombia
- Flores, P. S. (2011). El urbanismo en el centenario de la Universidad Nacional: trazos para una historia reflexiva. *Bitácora Arquitectura*, 22, 40-47. doi:<https://doi.org/10.22201/fa.14058901p.2011.22.25566>
- Gaceta de Gobierno. (2023). *Programa Municipal de Desarrollo Urbano*. Valle de Chalco Solidaridad. Obtenido de http://seduo.edomex.gob.mx/valle_de_chalco_solidaridad
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2005). *Acuerdo por el que se aprueba el Programa de Manejo del Área Natural Protegida con carácter de Zona de Conservación Ecológica "Sierra de Santa Catarina"*. Ciudad de México. Obtenido de <https://paot.org.mx/centro/programas/manejo/santacatarina.pdf>

- Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2008). *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Tláhuac*. Ciudad de México. Obtenido de <https://www.seduvi.cdmx.gob.mx/programas-delegacionales-de-desarrollo-urbano>
- García, B. (2001). Reestructuración económica y feminización del mercado de trabajo en México. *Papeles de población*, 7(27), 45-61.
- Gobierno de la Ciudad de México. (23 de enero de 2021). *Denuncias realizadas ante la PAOT*. Obtenido de Portal de Datos Abiertos: <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/denuncias-realizadas-ante-la-paot>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2022). *Ciudad Resiliente. Retrospectiva y Proyección de una Ciudad (In)Vulnerable*. Ciudad de México: Oficina de Resiliencia Urbana (ORU). Obtenido de <https://www.proteccioncivil.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/62f/a77/457/62fa774572876027032770.pdf>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2022). *Inventario de Áreas Verdes*. Obtenido de Datos abiertos de la Ciudad de México: <https://www.datos.cdmx.gob.mx/id/dataset/inventario-de-areas-verdes-en-la-ciudad-de-mexico>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2022). *Ubicación y estatus de PILARES*. Obtenido de Portal de Datos abiertos de la Ciudad de México: <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/ubicacion-y-estado-pilares>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2022). *Zona chinampera y humedales*. Obtenido de Portal de Datos Abiertos de la Ciudad de México: <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/principales-cuerpos-de-agua>
- Gobierno de la Ciudad de México. (15 de febrero de 2023). *Lago de Texcoco 1519*. Obtenido de Portal de Datos abiertos: <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/lago-de-texcoco-1519>
- Grupo de Investigación sobre Ecología de Humedales (GIEH). (2009). *Degradación de Humedales: causas y consecuencias*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Obtenido de <https://docplayer.es/80300121-Grupo-de-investigacion-sobre-ecologia-de-humedales-gieh-departamento-de-ecologia-genetica-y-evolucion-facultad-de-ciencias-exactas-y-naturales.html>
- Hiernaux, N., D., & Lindón, V., A. (2000). Una aproximación a la construcción social del lugar en la periferia de la ciudad de México (a modo de introducción). En D. Hiernaux, A. Lindón, J. Noyola, & (coordinadores), *La construcción social de un territorio emergente, El Valle de Chalco* (págs. 9-30). Ciudad de México: Colegio Mexiquense.

- Higueras, G. E. (2009). Desarrollo urbano sostenible y criterios de diseño urbano para ordenaciones residenciales. En E. Higueras, *El reto de la ciudad habitable y sostenible* (pág. Capítulo 2). DAPP.
- Humberto, S. A. (2010). Cuatro precisiones metodológicas para identificar la aptitud territorial. *Bitacora 16*, 79-88.
- INEGI. (1983). *Cartas de Geología*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/#Descargas>
- INEGI. (1996). *Cartas de Hidrología*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrologia/#Descargas>
- INEGI. (2001). *Cartas de Fisiografía*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/#Descargas>
- INEGI. (2007). *Cartas de Edafología*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#Descargas>
- INEGI. (2018). *Uso de suelo y vegetación*. Obtenido de Geografía y Medio Ambiente: <https://www.inegi.org.mx/temas/ususuelo/#Descargas>
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI. (2020). *Marco Geoestadístico*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469>
- INEGI. (2020). *Población urbana y rural*. Obtenido de Cuentame INEGI: https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P#:~:text=En%201950%2C%20en%20M%C3%A9xico%2043,es%20de%2079%20por%20ciento.
- INEGI. (28 de febrero de 2021). *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México*. Obtenido de Subsistema de Información de Gobierno, Seguridad Pública e Impartición de Justicia: <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2021/>
- INEGI. (2021). *Topografía: Conjunto de datos vectoriales de Información Topográfica escala 1:50,000*. Obtenido de Descargas: <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/#Descargas>
- INEGI. (2022). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)*. Obtenido de Mapa: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

- Iracheta, P., & Dávalos, M. (2004). La historia del agua en los valles de México. *Historias*, 57, 109-130. Obtenido de <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/historias/article/view/12940>
- Lanza, E., G., & Hernández P., S. (2018). Variación de la calidad del agua de La Ciénegade Tláhuac, México. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/104/10459650003/html/#:~:text=Los%20niveles%20de%20agua%20de,et%20al.%2C%202000>).
- León, A. (22 de noviembre de 2020). Daña tiradero ilegal a lago Tláhuac-Xico. *Reforma*. Obtenido de https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?__rval=1&urlre direct=/dana-tiradero-ilegal-a-lago-tlahuac-xico/ar2075599
- LEY 21202. (23 de enero 2020). *Ley núm. 21.202 Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1141461>
- Lindig, C. R. (01 de febrero de 2019). México ha perdido el 62 por ciento de sus humedales. (B. UNAM, Entrevistador) Obtenido de https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2019_070.html
- López, L. L. (1989). La cuenca de México durante la época mexicana. *Atlas histórico de Mesoamérica*, 148-152. Obtenido de https://www.mesoweb.com/es/articulos/sub/Altiplano_mexica.pdf
- Lot, H. A. (01 de febrero de 2016). LOS HUMEDALES, EN ALTO GRADO DE VULNERABILIDAD. (B. UNAM-DGCS-068, Entrevistador) Obtenido de https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_068.html
- Lungo, M. (2001). *Expansión urbana y regulación del uso de suelo en América Latina*. Obtenido de Lincoln Institute of Land Policy: <https://www.lincolninst.edu/pt-br/publications/articles/expansion-urbana-regulacion-del-uso-del-suelo-en-america-latina>
- Marquet, P., Rojas, M., Stehr, A., Farías, L., González, H., Muñoz, J., . . . Hoyos, J. (2021). *Soluciones basadas en la naturaleza*. Santiago: Comité Científico de Cambio Climático. Obtenido de https://comitecientifico.minciencia.gob.cl/wp-content/uploads/2022/01/Soluciones-Basadas-en-la-Naturaleza-Marquet_compressed.pdf
- Martínez O., M. C. (2021). Memorias y narrativas de la desecación lacustre en la cuenca del valle de México. Siglo XX. *VI Congreso de la RISSA. El agua, problemáticas sociales y soluciones; pasado, presente y futuro* (pág. 15). México: CIESAS.
- Mazzoni, E. (2014). Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial. *Estudios Socioterritoriales*, 51-84. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/317535629_Unidades_de_paisaje_como_base_para_la_organizacion_y_gestion_territorial

- McFeeters, S. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Features. *Internacional Journal of Remote Sensing*, 1425-1432. Obtenido de [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1396703](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1396703)
- Mendoza, M., Plascencia, H., Alcántara, P., Rosete, F., & Bocco, G. (2009). *Análisis de la Aptitud Territorial. Una perspectiva biofísica*. México: SEMARNAT.
- Merino, B. E., & Bojórquez, T. L. (2021). *Manual de Generación de índices de aptitud territorial*. México: UNAM.
- Navarrete P., M. (2017). Desarrollo urbano sustentable: El gran desafío para América Latina y los preparativos para Hábitat III. *Luna Azul*(45), 123-149. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3217/321753629008/html/>
- Navarrete, P. M. (2017). DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE: EL GRAN DESAFÍO PARA AMÉRICA LATINA Y LOS PREPARATIVOS PARA HÁBITAT III. *Luna Azul*(45), 123-149. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321753629008.pdf>
- ONU HÁBITAT. (07 de septiembre de 2018). *Superficie de CDMX crece a ritmo tres veces superior al de su población*. Obtenido de ONU HÁBITAT : <https://onuhabitat.org.mx/index.php/superficie-de-cdmx-crece-a-ritmo-tres-veces-superior-al-de-su-poblacion>
- ONU HÁBITAT. (2020). *Estado Global de las Metrópolis 2020*. Nairobi: ONU-Hábitat. Recuperado el 10 de 02 de 2022, de https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/08/gsm_-_folleto_de_datos_poblacionales_2020.pdf
- ONU-HÁBITAT. (septiembre de 2019). *Las ciudades, “causa y solución” del cambio climático*. Obtenido de ONU Hábitat: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/las-ciudades-causa-y-solucion-del-cambio-climatico>
- ONU-Hábitat. (2020). *La Nueva Agenda Urbana*. Obtenido de ONU-Hábitat : <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol>
- ONU-Hábitat. (2022). *17 objetivos para transformar nuestro mundo*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Estimación de la producción agrícola del sistema chinampero de la Ciudad de México localizado en la Zona Patrimonial, Mundial, Natural, Cultural y de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta*. México. Obtenido de <https://www.researchgate.net/profile/Jorge->

Saltijeral/publication/336265340_Reporte_Final_-
_Estimacion_de_la_produccion_agricola_del_sistema_chinampero_de_la_Ciudad_de_Mex
ico_localizado_en_la_Zona_Patrimonial_Mundial_Natural_Cultural_y_de_la_Humanidad_
en_

- Ortega, Guerrero, B., Lozano, García, S., Caballero, M., & Herrera, Hernández, D. (2015). Historia de la evolución deposicional del lago de Chalco, México, desde. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67(2), 185-201. Obtenido de [http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6702/\(4\)Ortega.pdf](http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6702/(4)Ortega.pdf)
- Ortiz, Z., D., & Ortega, G., M. A. (2007). Origen y evolución de un nuevo lago en la planicie de Chalco: Implicaciones de peligro por subsidencia e inundación de áreas urbanas en Valle de Chalco (Estado de México) y Tláhuac (Distrito Federal). *Investigaciones Geográficas*(64), 26-42. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/569/56906403.pdf>
- Padilla, S., & Ribbeck, E. (2009). Colonias populares en la Ciudad de México. Urbanismo informal y autoconstrucción. En S. Padilla, *Urbanismo informal* (págs. 27-48). Ciudad de México: Universidad Autónoma de México.
- Palomaque de la Cruz, Á. (2017). Pérdida de humedales y vegetación por urbanización en la cuenca del río Grijalva, México. *Investigaciones Geográficas*, 151-172. Obtenido de <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc0897909>
- Palomeque de la Cruz, M. Á., Galindo Alcantara, A., Sánchez, A. J., & Escalona Maurice, M. J. (julio-diciembre de 2017). Pérdida de humedales y vegetación por urbanización en la cuenca del río Grijalva, México. *Investigaciones Geográficas (Esp)*(68), 151-172. doi:0213-4691
- Parias, D. A. (2010). Reseña de "Hacia una teoría de la renta del suelo urbano. Por Samuel Jaramillo". *Territorios*, 22, 151-161. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35714236008>
- Pérez, B. M. (2003). Efectos de la urbanización en la salud de la población. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 16(2), 97-104. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522003000200006
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT). (2009). *Zonas de tiro de residuos de la construcción ocupadas por asentamientos humanos*. Ciudad de México: PAOT. Obtenido de <http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/EOT-02-2009.pdf>
- PUEC. (2012). *Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Ciudad de México: PUEC, UNAM. Obtenido de https://www.puec.unam.mx/pdf/publicaciones_digitales/pozmvm_digital.pdf
- Ramsar. (2014). *Humedales: en peligro de desaparecer en todo el mundo*. Obtenido de Fichas Informativas : https://www.ramsar.org/sites/default/files/ramsar_factsheet_disappearing-act_3_sp.pdf

- Rodríguez, J., & Cota, M. (2001). Efectos de la reestructuración económica en la zona metropolitana de Guadalajara, 1985-1998. *Comercio Exterior*, 51(7), 634-642.
- Rojas, A., & Torres, F. (2015). Política económica y política social en México: desequilibrios y saldos. *Problemas del desarrollo*. 41-65.
- Rojas, C. (18 de mayo de 2020). Humedales urbanos, una oportunidad para ciudades más sostenibles. (P. G. Costeros, Entrevistador) Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=ythC0Qi5rOo&list=LL&index=67&t=254s&ab_channel=ProyectoGEFHumedalesCosteros
- Rojas, C. (09 de 12 de 2021). Humedales Urbanos en Latinoamerica: Una solución para ciudades sostenibles HUS-ODS 11. (C. d. (CODS), Entrevistador) Obtenido de <https://cods.uniandes.edu.co/america-latina-ha-perdido-el-59-de-sus-humedales-carolina-rojas/>
- Rojas, C., & Jorquera, F. (2021). Urban Fabric to eco-friendly blue-green for urban wetlands development. *Sustainability*, 13, 13745. doi:<https://doi.org/10.3390/su132413745>
- Sassen, S. (2007). El reposicionamiento de las ciudades y regiones urbanas en una economía global: ampliando las opciones políticas y gobernanza. *EURE*, 33(100), 9-34.
- Satterthwaite, D. (1993). Problemas sociales y medioambientales asociados a la urbanización acelerada. *EURE*, 19(57), 7-30. Obtenido de <https://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/1098>
- Secretaría de Cultura. (2022). *SIC México, Sistema de Información Cultural*. Obtenido de Datos abiertos: <https://sic.cultura.gob.mx/datos.php>
- Secretaria de Educación Pública. (2022). *Sistema de Información y Gestión Educativa* . Obtenido de Consulta de Escuelas : <https://siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html>
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2016). *Introducción a la Convención sobre los Humedales*. Gland: Secretaría de la Convención de Ramsar. Obtenido de <https://www.ramsar.org/es/recursos/manuales-ramsar>
- Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB). (2012). *Perspectiva de las ciudades y la diversidad biológica-Resumen Ejecutivo*. Montreal: SCDB.
- Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. (1997). 3.3 *Desarrollo agropecuario*. Obtenido de República Dominicana - Plan de Acción para el Desarrollo Regional de la Línea Noroeste: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea17s/begin.htm#Contents>

- SEDATU. (27 de mayo de 2020). *Lineamientos simplificados para la elaboración de planes o programas municipales de desarrollo urbano*. Obtenido de Publicaciones recientes: <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/lineamientos-simplificados-para-la-elaboracion-de-planes-o-programas-municipales-de-desarrollo-urbano>
- SEDATU. (2021). *Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2040*. Ciudad de México: SEDATU.
- SEDATU. (2021). *Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024*. México: SEDATU.
- SEDESOL. (1991). *Sistema Normativo de Equipamientos*. Obtenido de <https://studylib.es/doc/9109006/estructura-del-sistema-normativo-de-equipamiento---sedesol>
- SEMARNAT. (2002). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. Obtenido de Compendio de Estadísticas Ambientales: https://paot.org.mx/centro/informacion/semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/indice.htm
- SEMARNAT. (2013). *Política Nacional de Humedales*. Ciudad de México. Obtenido de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/07/politica-nacional-de-humedales.pdf>
- Silva, E. (2009). *Índice de infraestructura cultural*. México: Coordinación Nacional de Desarrollo Institucional/SIC. Obtenido de https://sic.cultura.gob.mx/ficha.php?table=centrodoc&table_id=481
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (04 de 2023). *Estadística de Producción Agrícola*. Obtenido de http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php
- Solis, L. (2014). La economía mexicana en 1943-2013. *Reporte macroeconómico de México*, 5(1), 9-16.
- Soto, C. J. (2015). Crecimiento urbano de las ciudades, enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Dialnet*, 7(1), 127-149. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5926288>
- Travieso, B. A. (2009). La legislación aplicable a los sitios Ramsar en México. *Letras jurídicas: revista de los investigadores del Instituto de Investigaciones Jurídicas*(29), 249-265. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5145764>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2018). *Soluciones Basadas en la Naturaleza*. Madrid: Conama.
- USGS. (2022). *EarthExplorer*. Obtenido de <https://earthexplorer.usgs.gov/>

- Vieyra, A., Méndez-Lemus, Y., & Hernández-Guerrero, J. (2016). *Procesos urbanos, pobreza y ambiente, implicaciones en ciudades medias y megaciudades*. Ciudad de México: UNAM. doi:<https://doi.org/10.22201/ciga.9786070281006e.2016>
- Villegas, M. S. (2019). *"Impacto ambiental de la expansión urbana en el Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco"* (Tesis de licenciatura). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3531290>
- WWF. (02 de febrero de 2018). *Protegen humedales a ciudades ante eventos climáticos extremos*. Obtenido de WWF: <https://www.wwf.org.mx/?uNewsID=322410#:~:text=M%C3%A9xico%20posee%20el%20segundo%20lugar,Roo%20con%2013%20sitios%20respectivamente.>
- WWF. (2021). *Soluciones Urbanas Basadas en la Naturaleza*. WWF. Obtenido de https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/exe_wwf_a4_template_sbn_final_es.pdf
- WWF. (2023). *¿en qué consisten las soluciones basadas en la naturaleza y cómo pueden ayudarnos a enfrentar la crisis climática?* Obtenido de Descubre WWF: <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/en-que-consisten-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-y-como-pueden-ayudarnos-a-enfrentar-la-crisis-climatica#:~:text=Las%20soluciones%20basadas%20en%20la%20naturaleza%20se%20refieren%20a%20un,natura>
- Xu, H. (2006). Modification of Normalized Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery. *Internacional Journal of Remote Sensing*, 3025-3033. Obtenido de [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1396699](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1396699)



Culiacán, Sinaloa

Anexos

Anexos

Anexo 1 Procedimiento de Regionalización por jerarquía multifactorial retomado de la clase de Desarrollo Urbano Sostenible (bajo la tutela de la profesora María Flora Vázquez), Urbanismo, UNAM

<https://docs.google.com/document/d/1kj3Hhiu8CnigfhIzR2kJoQH4pQlf3K7o/edit?usp=sharing&ouid=101549376359070945557&rtpof=true&sd=true>

Anexo 2. Guía de análisis multicriterio de la Clase de Desarrollo Urbano Sostenible, Urbanismo UNAM

<https://drive.google.com/file/d/1mZO09juWgxmBDUTdABW248Q-qjp1g3Db/view?usp=sharing>

Anexo 3. Tabla de juegos de actores

Número de actor	Actor	Autoridad de la alcaldía de Tláhuac	Autoridad del municipio Valle de Chalco Solidaridad	Gobierno de la Ciudad de México	Gobierno del Estado de México	CONAGUA	Ejidatarios	Agricultores	Colectivos ambientales y culturales (ONG)	Académicos	Vecinos de asentamientos irregulares	Vecinos organizados	INFLUENCIA
1	Autoridad de la alcaldía de Tláhuac		0	1	0	3	1	1	1	1	2	3	13
2	Autoridad del municipio Valle de Chalco Solidaridad	0		0	1	3	1	1	1	1	3	3	14
3	Gobierno de la Ciudad de México	2	0		0	2	1	1	0	1	0	0	7
4	Gobierno del Estado de México	0	2	0		2	1	1	0	1	0	0	7
5	CONAGUA	1	1	3	3		0	3	1	1	0	0	13
6	Ejidatarios	4	4	1	1	1		3	0	1	3	0	18
7	Agricultores	1	1	0	0	1	3		0	1	4	0	11
8	Colectivos ambientales y culturales (ONG)	1	1	1	1	0	0	0		1	1	0	6
9	Académicos	1	1	1	1	1	0	2	1		1	0	9
10	Vecinos de asentamientos irregulares	3	3	3	4	0	1	1	4	0		1	20
11	Vecinos organizados	1	1	3	3	1	0	0	1	0	1		11
DEPENDENCIA		14	14	13	14	14	8	13	9	8	15	7	129

0= NO TIENE NADA QUE VER CON EL OTRO ACTOR
 1= INFLUYE EN COMO SE GENERAN LAS ACCIONES DEL OTRO ACTOR
 2= MODIFICA LA ESTRUCTURA (COMO LO HACEN) DE LAS ACCIONES DEL OTRO ACTOR
 3= CONFIGURA EL PROPOSITO (QUE HACEN) DE LAS ACCIONES DEL OTRO ACTOR
 4= PUEDE CAMBIAR- BLOQUEAR LA ACTUACIÓN POR COMPLETO DEL OTRO ACTOR

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4 Descripción de actores

Número de actor	Actor	Integrantes
1	Autoridad de la alcaldía de Tláhuac	Dirección General de Desarrollo Económico y Rural, Dirección General de Desarrollo Social y Bienestar, Dirección General de Gobierno y Asuntos Jurídicos, Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano, Dirección General de Servicios Urbanos, y la Dirección General de Participación Ciudadana
2	Autoridad del municipio Valle de Chalco Solidaridad	Dirección de Jurídico, Dirección de Obras Públicas, Dirección de Desarrollo Urbano, Dirección de Servicios Públicos, Dirección de Ecología y Sustentabilidad, Dirección de Desarrollo Social, Dirección del Desarrollo Económico, Dirección del fomento Turístico
3	Gobierno de la Ciudad de México	Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Medio Ambiente, Secretaría de Obras y Servicios, Secretaría de Pueblos y Barrios Originarios y Comunidades Indígenas Residentes, Secretaría de Turismo
4	Gobierno del Estado de México	Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra, Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría del Campo, Secretaría de Cultura y Turismo, Secretaría del Medio Ambiente
5	CONAGUA	Subdirección General de Administración del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola, Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, Subdirección General de Planeación
6	Ejidatarios	Ejido San Francisco Tlaltenco, Ejido de Mixquic, Ejido de Tulyehualco, Ejido San Lorenzo Chimalpa, Ejido Estación Xico, Ejido San Martín Xico, Ejido San Mateo Huitzilzingo, Ejido Villa de Chalco
7	Agricultores	Población locataria con actividades económicas del sector primario
8	Colectivos ambientales y culturales (ONG)	Colectivo Saberes, Ayaquemetl, Calpulli Cuicayotzin, Colectivo Xico, Arte y Cultura Xico A.C
9	Académicos	Profesionales y estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma de México (UAM), Tecnológico Universitario del Valle de Chalco Solidaridad (TUVCS), Intituto Tecnológico de Tláhuac
10	Vecinos de asentamientos irregulares	Habitantes de la Colonia Ampliación San Miguel, Valle de Chalco, y los que se encuentran en construcción
11	Vecinos organizados	Jefes de Manzana de las colonias de las dos demarcaciones administrativas
12	Empresarios/Inversio nistas	Personas físicas o morales con intención en generar un negocio en el territorio analizado

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 Descripción de Subunidades y su relación con Actores Sociales

Unidad de Paisaje	Nombre	Subunidad de Paisaje	Nombre	Descripción	Actividades generales desarrolladas en las subunidades	Actores que interactúan con la subunidad
1	Montañosa	1.1	Área Natural Vulnerable	Corresponde a la Sierra de Santa Catarina ubicada al noroeste de la zona de estudio, tiene categorización como ANP de conservación desde el 2003. Se trata de un conjunto casi lineal de volcanes inactivos como el Xaltepec, Tetecon, Tecuautzin y Tetlalmánche con material volcánico Andesita-Basalto, por lo que las arcillas no permiten una correcta filtración generando escumientos superficiales donde en épocas de lluvia la vegetación se ve favorecida. Cuenta con 214 especies vegetales de las cuales el 90% son nativas. Además, en esta sierra se han creado senderos que corresponden a actividades de dispersión como el trabajo agrícola, minero, senderismo, o de contemplación. Se destaca que existen asentamientos humanos rurales en crecimiento. Por otro lado, siendo la expansión urbana, la extracción minera, y actividades agrícolas productivas presiona el cambio uso de suelo de la ANP	Conservación de la Sierra mediante la declaración como ANP	Gobierno de la Ciudad de México
		1.2	Zona Minera	Se localiza en la zona montañosa del volcán Tetecon y Xaltepec, donde de acuerdo con la geología existe una abundancia de rocas volcánicas ígneas extrusivas como la andesita-basalto ambas usadas en el ámbito de la construcción para cimentación y como complementos del concreto respectivamente, además de la formación de suelos materiales no consolidados o sueltos como arcillas, gravas y arenas, que justamente son los materiales que se extraen en mayor medida en el sitio. El grado de degradación de esta zona semidesértica alberga vegetación de matorral y pastizales inducidos alejados del área de extracción, la cual se encuentra totalmente árida como producto de la actividad minera.	Explotación de suelo y rocas de la Sierra	Empresarios/Inve rsionistas
		1.3	Volcán Teuhtli	La geología de esta zona presenta una variación de colores en las rocas expuestas entre negros, grises y beige (hasta rosados) gracias a la composición química del basalto y la andesita. Encontramos suelo Feozem, de buena porosidad permitiendo la infiltración del agua superficial; tiene una coloración oscura por la presencia de materia orgánica, gracias a la cual suele usarse de forma intensiva en la agricultura. Por su litología esta zona alberga un bioma con vegetación de matorral y bosque. No obstante, en el análisis se detectó la existencia de viviendas de dos niveles con material de concreto, las cuales se adecuan a la orografía del volcán.	Producción agrícola en las laderas Ocupación para asentamientos humanos en las laderas	Agricultores Vecinos de asentamientos irregulares
		1.4	Zona volcánica agro-recreativa Xico	Abarca lo que se denomina el Volcán Xico compuesto por un cráter de 1,400m de diámetro (2250 msnm aproximadamente), un anillo de toba 3230 msnm aproximadamente en su punto más alto). Pertenece al Parque Santuario del Agua, donde se desarrolla la agricultura en grandes parcelas al centro del cráter, que por las características del suelo está sujeta al riego natural y/o artificial. Además, se encuentra vegetación de matorral y pastizales inducidos que se han conservado y predominan sobre el talud del anillo. Gracias a las visuales y las dinámicas socioambientales de esta zona, se desarrollan actividades recreativas como recorridos ciclistas, senderismo, picnic, ejercicio al aire libre, entre otras; por lo que también recibe el nombre de "Parque Xicoténcatl"	Recorridos culturales de contemplación Producción agrícola en el valle del Volcán Xico	Colectivos ambientales y culturales (ONG) Agricultores
2	Urbana	2.1	Zona urbana	La subunidad urbana de la zona de estudio generalmente se contempla con una traza ortogonal, generando una permeabilidad y una mejor orientación. De igual manera, en estos entornos urbanos existen zonas de concentración de actividad generando flujos principales hacia el oriente de la zona de estudio (derivado a que por ese lado se conecta hacia el centro de la metrópoli). La imagen urbana que se genera está compuesta por inmuebles de construcción en progreso, generalmente sin acabados en la fachada generando un ambiente grisáceo, sumándose la poca vegetación existente en la vialidad. Otro rasgo fundamental de esta subunidad es la baja altura de las edificaciones, pues dentro de la zona las viviendas y demás construcciones son de dos niveles, máximo tres.	Desarrollo de las actividades económicas de sector secundario y terciario, además de dinámicas de cuidado y recreación de la población	Autoridad del municipio Valle de Chalco Solidaridad Autoridad de la alcaldía de Tláhuac Empresarios/Inve rsionistas Población urbana en general
		2.2	Zona periurbana-rural	Estas subunidades se encuentran en la periferia de los centros urbanos consolidados, generalmente las visuales de estas zonas son la mixtura de componentes rurales como carreteras en terracería, vivienda con acabados poco duraderos, pero con alguna infraestructura urbana ya sea luz o sistema de agua potable de baja calidad, o vialidades de conexión regional. Además, en estas subunidades se localizan ambientes que conviven con las actividades agrícolas tales como la abundancia de vegetación y cuerpos de agua como canales o canaletas	Desarrollo de las actividades económicas de sector primario, secundario y terciario, además de las dinámicas de cuidado y recreación de la población	Agricultores Ejidatarios Población periurbana-rural en general

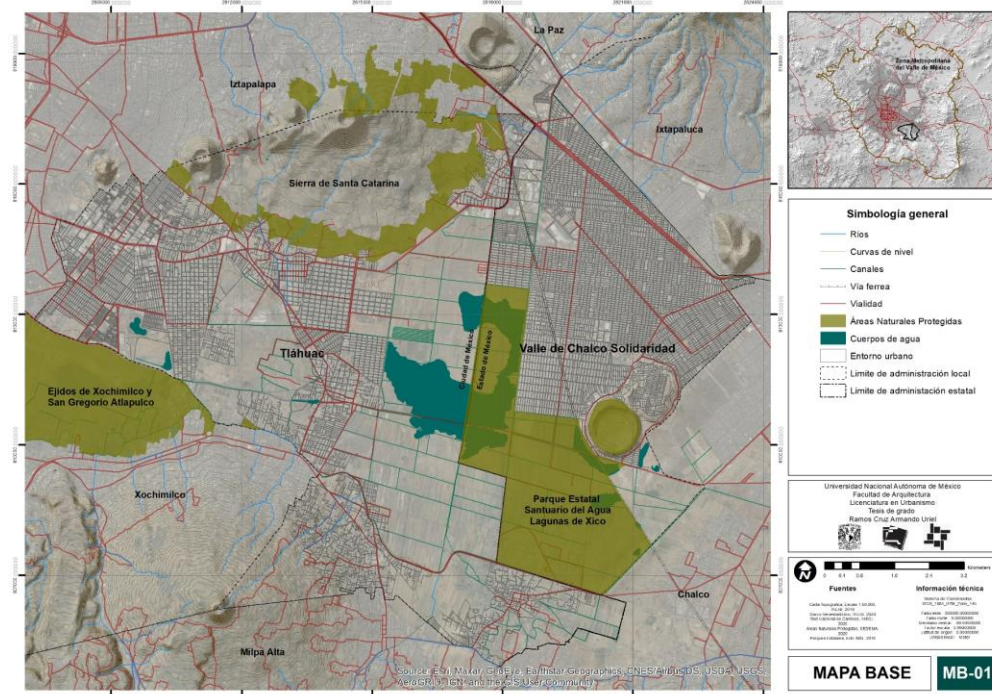
3	Lacustre-agricola	3.1	Zona agricola de temporal	Subunidad localizada al noreste del humedal, al pie de la Sierra Santa Catarina, donde se localizan suelos de tipo regosol y Solonchak. Sobre el suelo Regosol es posible encontrar agricultura de temporal que por sus características permite el monocultivo, mientras que en zonas con Solonchak se establece la agricultura de riego anual la cual permite la rotación de cultivos. En esta zona encontramos visuales panorámicas, pocos cuerpos de agua expuestos, el uso de piedra para crear bordes o muretes bajos para delimitar espacios, la predominancia de caminos de terracería y vialidades pavimentadas sobre todo en sus bordes colindantes con la zona urbana.	Producción agrícola de las tierras productivas de los ejidos que aprovechan los canales de riego	CONAGUA
		3.2	Zona agricola anual	Esta zona se desplanta principalmente sobre suelo Gleysol y una porción sobre Histosol, donde el primero se encuentra permanentemente encharcado o con grandes cantidades de humedad, lo que permite el desarrollo de algunos cultivos, favoreciendo la aparición de la agricultura de riego anual con rotación de cultivo. Además, se encuentra una mayor variedad vegetal y sus diversas tonalidades verdes, así como una mayor cantidad de árboles que participan otorgando confort sobre algunos senderos de terracería. Entre las parcelas se hallan canales y/o pequeños cuerpos de agua usados como método de riego o desagüe de aguas residuales.		Agricultores
		3.3	Zona chinampera	Esta zona se ubica cerca de los remanentes del antiguo gran lago, entre su sinergia con la historia del lugar en los Pueblos Originarios, en tal sentido, se ubican en la zona de Tláhuac en los pueblos de San Andrés Mixquic y San Pedro Tláhuac. Además la composición de esta subunidad se consolida por la capacidad de fomentar la producción agrícola mediante la técnica de chinampas, generando un ambiente de equilibrio entre el ecosistema y la actividad agrícola.	Producción agroecológica de las tierras productivas que aprovechan los canales y los cuerpos de agua formados en la zona	Agricultores
		3.4	Humedal conservado	Este humedal, se encuentra mejor conservado respecto a los otros, tomando como indicadores el aumento de comunidades vegetales y la constante aparición de aves. Tiene una dinámica socioambiental distinta al encontrarse de forma más "accesible" y próxima a sitios como el parque Xicotécatl, lo que le permite tener una mayor variedad de usuarios con interés en actividades pasivas como la contemplación, ocio, paseos y la fotografía.	Estudios, programas y vigilancia constante del humedal, y la extracción subterránea de agua	Gobierno de la Ciudad de México
				Gobierno del Estado de México		
						CONAGUA
						Colectivos ambientales y culturales (ONG)
		3.5	Humedal semiconservado	Corresponde al lado poniente del cuerpo de agua del humedal, a un costado del camino de terracería que forma el límite estatal de la Ciudad de México y Estado de México. Por su condición salina esta sub-subunidad se encuentra rodeada por vastas extensiones de pastizales a modo de margen, entre los que se encuentra el zacate salado (<i>Distichlis spicata</i>), dotando al paisaje de tonos amarillos y verdes pálidos. Sobre sus bordes, junto a residuos sólidos provenientes de los asentamientos cercanos, se establecen algunos arbustos y herbáceas de porte bajo; hacia el centro algunos manchones de tule (<i>Scirpus lacustris</i>) a los que se unen una especie de islotes lodosos cuya vegetación es aprovechada por algunas aves para posarse. De igual manera, la mayoría del estrato arbóreo (eucaliptos, casuarinas, algunas coníferas, etc.) se encuentra sobre los caminos de terracería, la calzada Tláhuac-Chalco especialmente o a modo de porciones reforestadas (evidentes por la alineación que presentan los ejemplares) entre las parcelas. Esta subunidad se encuentra bajo presión de la zona urbana y en mayor medida por la agrícola que lo enclaustra en todas sus direcciones. La agricultura se vuelve un factor determinante al modificar su estructura mediante los canales de riego, reducción del nivel de agua, contaminación por agroquímicos y desechos (sólidos, orgánicos e inorgánicos).	Actividades ganaderas y vigilancia constante sobre el acceso al humedal, y la extracción subterránea de agua	CONAGUA
			Ejidatarios	Gobierno de la Ciudad de México		Colectivos ambientales y culturales (ONG)
		3.6	Humedal perturbado	Abarca los cuadrantes orientes del humedal en el municipio Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México. Esta porción pertenece al Parque Estatal Santuario del Agua Lagunas del Xico, un Área Natural Protegida (ANP); sin embargo, es una zona con mucha intervención antrópica que ha sufrido cambios muy drásticos en poco tiempo. Se encuentra un cuerpo de agua somero acanalado que colinda de forma inmediata con una zona parcelada al centro, otra al sur y con el poblado de Xico, divididos por una constante pila de cascajo o taludes de concreto sobre los cuales emergen las edificaciones de la zona urbana. Es una zona que se encuentra bajo una gran presión urbana y las necesidades de la población, recibiendo diariamente descargas de aguas residuales, así como una gran cantidad de desechos sólidos (orgánicos e inorgánicos) que se concentran sobre las vialidades, a orillas del humedal y canales. En este sentido, existe un cambio radical en la calidad del agua reflejada en el color. Además, las viviendas colindantes al humedal suelen ser de block, tabique y concreto con dos niveles máximo, (algunas con un área <i>ajardinada</i>), cuya fachada principal se dirige hacia las vialidades pavimentadas que cuentan con poco flujo vehicular, además las que se encuentran en la colonia Ampliación San Miguel, mantienen la fachada de una construcción en progreso con carencia de vanos.	Vertimiento de drenaje doméstico, residuos sólidos urbanos y de construcción para su relleno y ocupación como asentamientos humanos, y la extracción subterránea de agua	Autoridad de la alcaldía de Tláhuac
			Autoridad del municipio Valle de Chalco Solidaridad	Gobierno de la Ciudad de México		Gobierno del Estado de México
						Ejidatarios
						CONAGUA
						Vecinos de asentamientos irregulares
						Población urbana en general
						Población perturbada en general

Anexo 6. Tabla de ponderación para la aplicación de la aptitud territorial en los SIG

	Unidad Cartografica	VU del elemento ambiental		VPIU del uso		Uso Urbano Sostenible
		Bienes y Servicios Ambientales	Uso Urbano	Bienes y Servicios Ambientales	Uso Urbano	
CLIMA	BS1kw Semiarido, templado	5	4	0.35	0.24	4
	C(wo), Templado Subhúmedo	7	5	0.49	0.3	5
	C(w1), Templado Subhúmedo	7	5	0.49	0.3	5
				1.33	0.84	
EDAFOLOGÍA	Feozem	5	3	0.4	0.24	3
	Fluvisol	7	3	0.56	0.24	3
	Gleysol	5	5	0.4	0.4	4
	Histosol	7	3	0.56	0.24	3
	Regosol	5	5	0.4	0.4	4
	Solonchack	5	5	0.4	0.4	4
				2.72	1.92	
GEOLOGÍA	Andesita Basalto	4	2	0.28	0.08	2
	Aluvial	9	3	0.63	0.12	3
	Basalto- Andesita	7	5	0.49	0.2	2
				1.4	0.4	
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	Agricultura de riego anual	6	4	0.54	0.04	5
	Agricultura de riego semipermanente	9	4	0.81	0.04	3
	Agricultura de temporal anual	6	4	0.54	0.04	5
	Agricultura de temporal anual y permanente	9	4	0.81	0.04	3
	Asentamientos Humanos	1	9	0.09	0.09	9
	Bosque cultivado	8	5	0.72	0.05	2
	Cuerpo de agua	9	7	0.81	0.07	1
	Matorral crasiaule	5	5	0.45	0.05	4
	Pastizal Halófilo	5	6	0.45	0.06	4
	Pastizal Inducido	4	7	0.36	0.07	5
					5.58	0.55
RANGOS DE PENDIENTES	0% - 5%	5	9	0.3	0.81	9
	5% - 15%	7	5	0.42	0.45	4
	15% - 25%	9	1	0.54	0.09	1
	26% Y MÁS	9	1	0.54	0.09	1
				1.8	1.44	

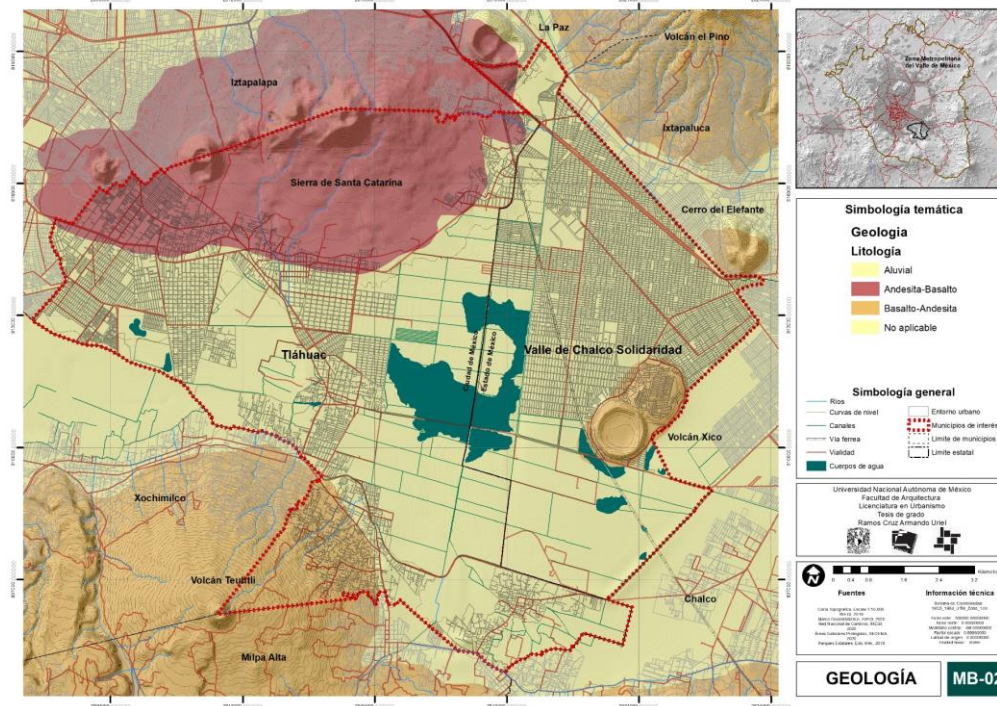
Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Mapa base de la zona de estudio



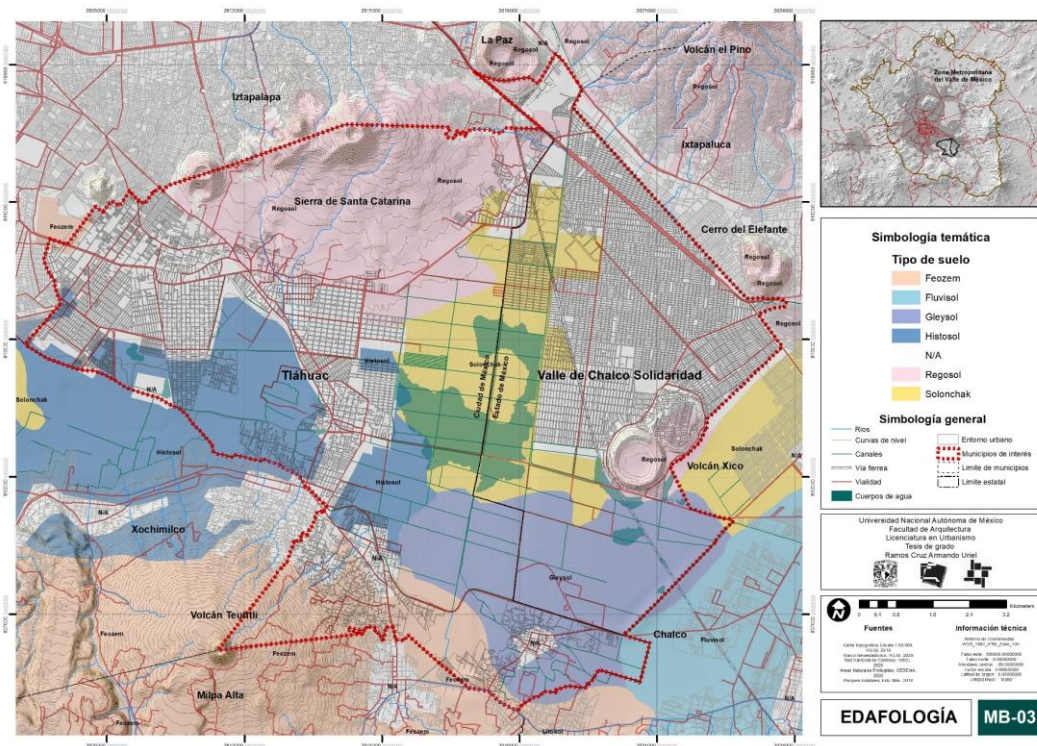
Fuente: Elaboración propia con datos de Cartas Topográficas, INEGI (2018), y Áreas Naturales Protegidas de la Ciudad de México, Portal de Datos Abiertos (2022), Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Chalco Solidaridad (2023).

Anexo 8. Mapa base de Geología de la zona de estudio



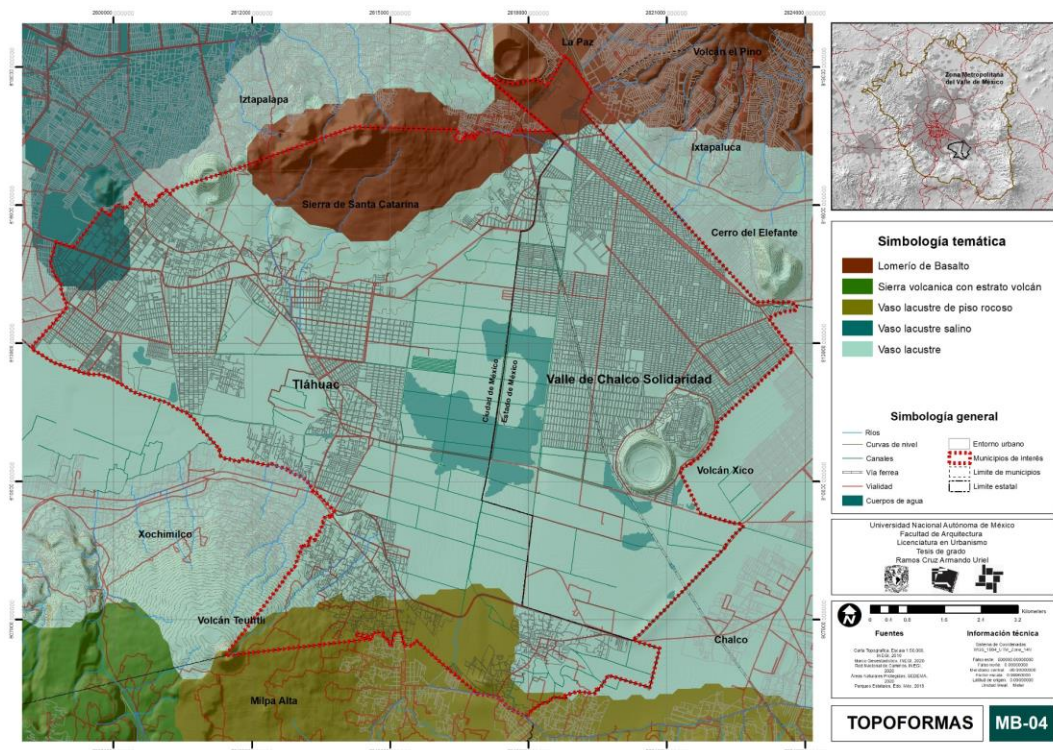
Fuente: Elaboración propia con base de datos de Cartas geológicas, INEGI (1983)

Anexo 9. Mapa base de Edafología de la zona de estudio



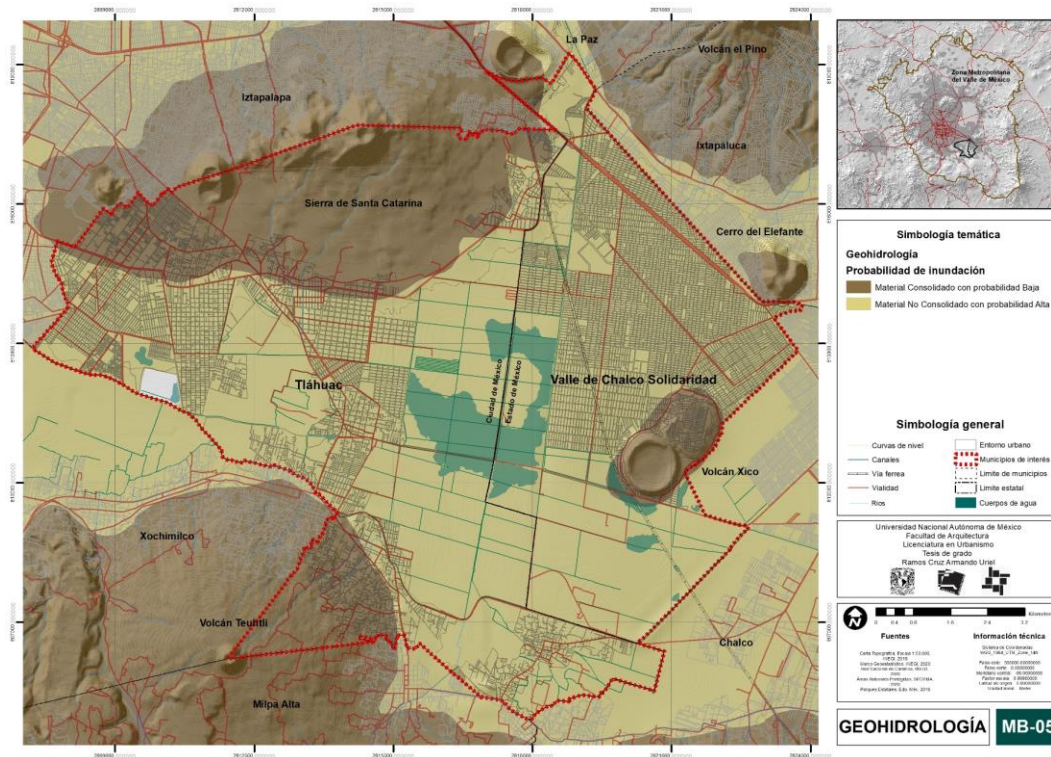
Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la Carta edafológica, INEGI (2007)

Anexo 10. Mapa base de Topoformas en la zona de estudio



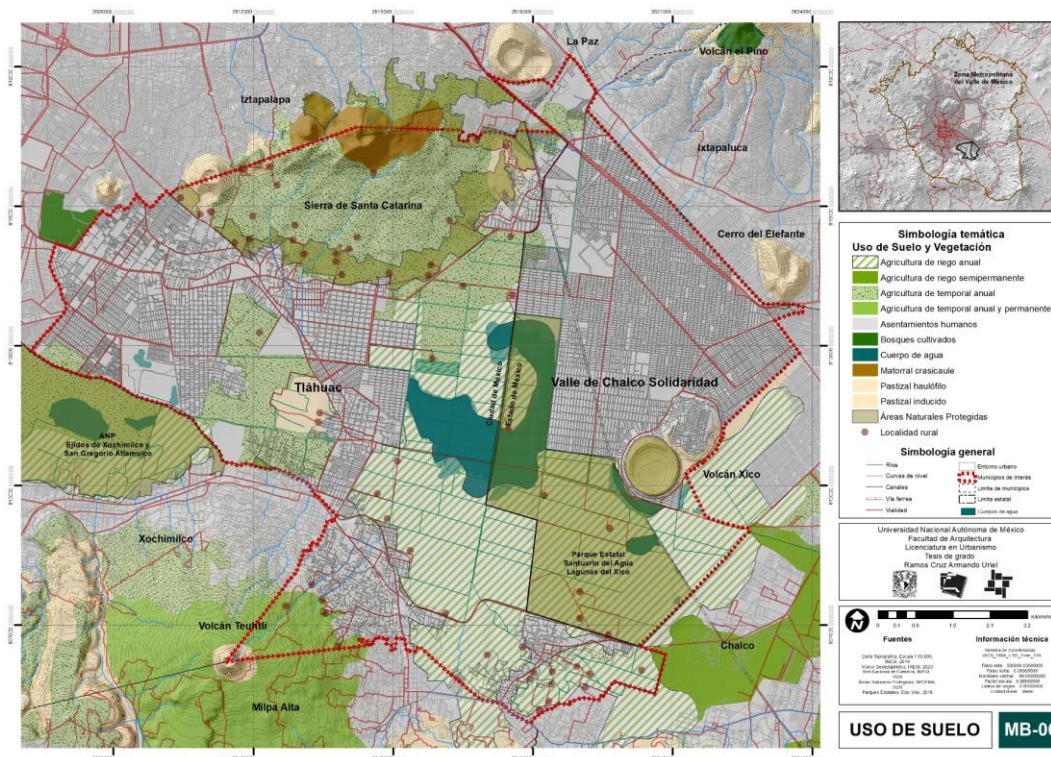
Fuente: Elaboración propia con datos de Fisiografía INEGI (2001)

Anexo 11. Mapa base de Geohidrología en la zona de estudio



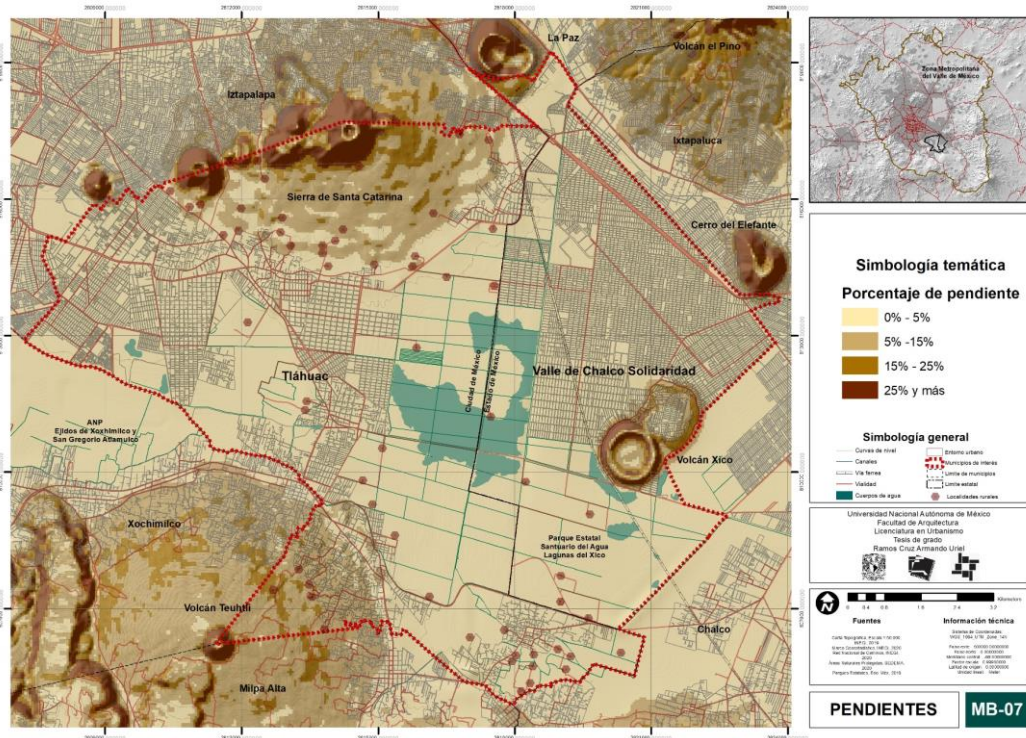
Fuente: Elaboración propia con análisis de los datos de Hidrología INEGI (1996)

Anexo 12. Mapa Base de Usos de Suelo y Vegetación en la zona de estudio



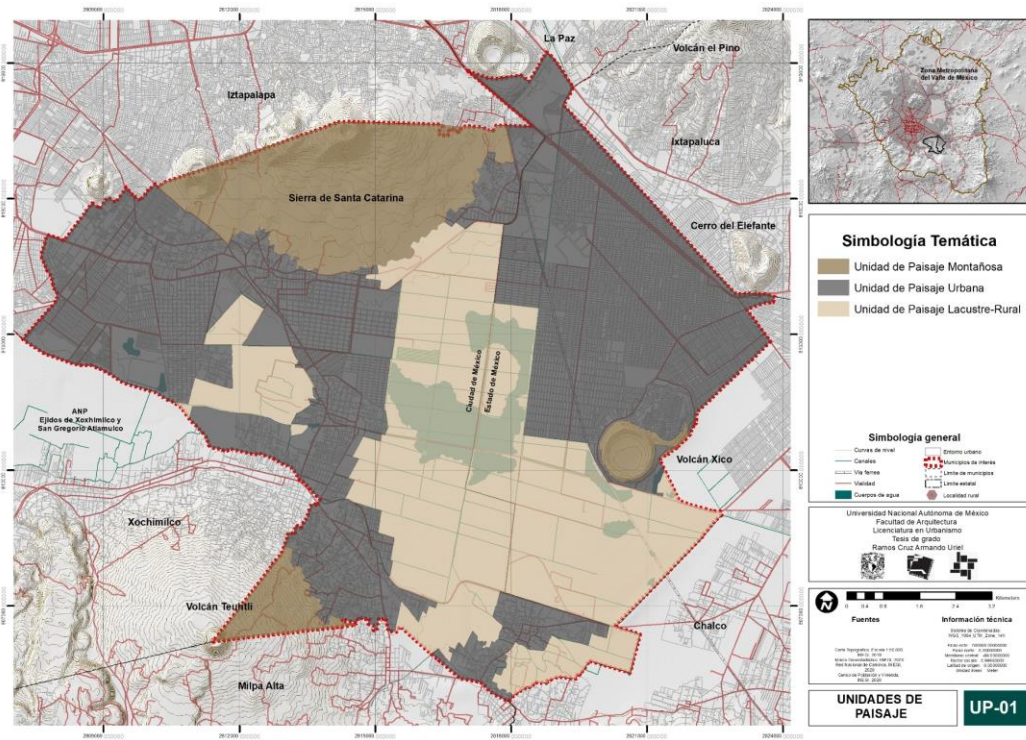
Fuente: Elaboración propia con datos de la Carta de Usos de Suelo y Vegetación INEGI (2018)

Anexo 13. Mapa Base de Rangos de Pendiente en la zona de estudio



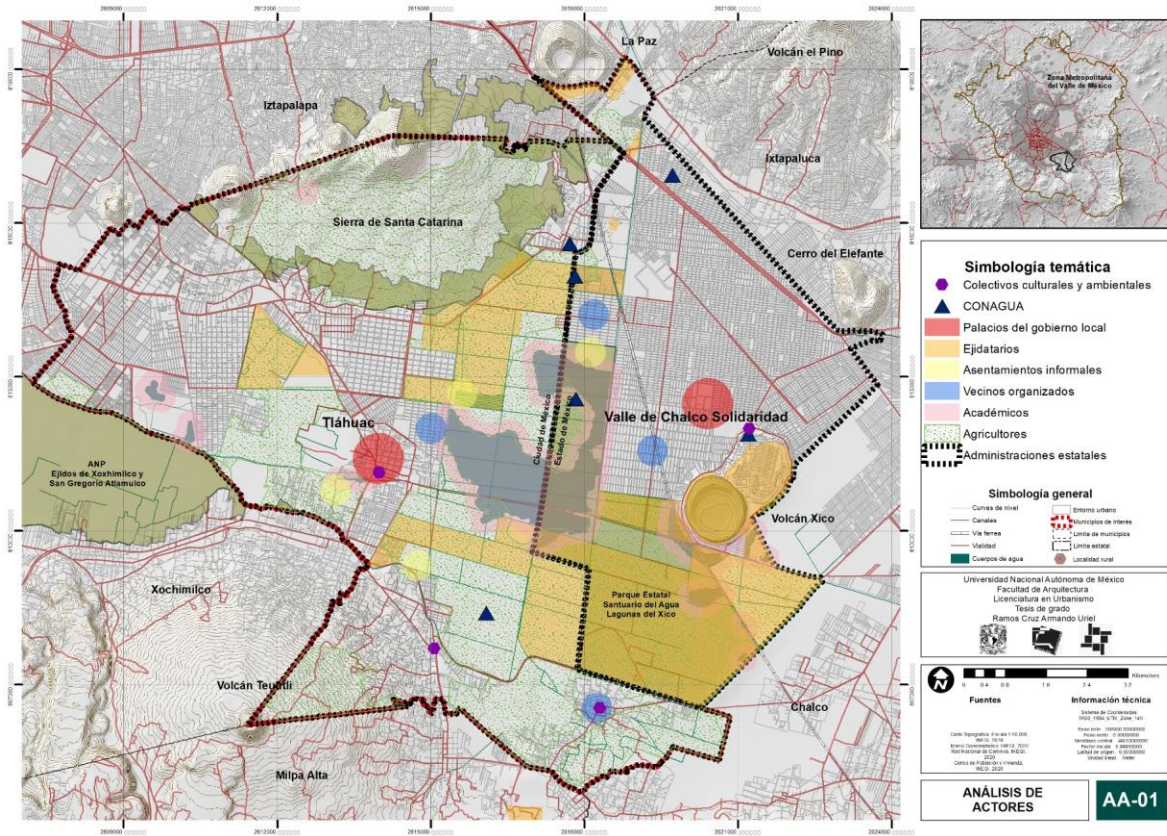
Fuente: Elaboración propia con datos Cartas topográficas INEGI (2020)

Anexo 14. Mapa de Unidades de Paisaje en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15 Mapa de actores claves en el territorio



Fuente: Elaboración propia

