



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

**Unidad Xochimilco**

**División de Ciencias y Artes para el Diseño**  
**Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño**  
**Área de concentración: Sustentabilidad Ambiental**

**Estudio para la generación de datos cartográficos históricos en el agroecosistema chinampero de San Andrés Mixquic, Ciudad de México**

**Idónea comunicación de resultados**  
para obtener el grado de Maestría presenta:

**L.P.T. Eduardo Fuentes Fuller**

**Tutor: Mtro. José Gabriel Castro Garza**

Lector: Dr. Ricardo Adalberto Pino Hidalgo

Responsable del área: Dra. Laura Isabel Romero Castillo

Ciudad de México, 19 de septiembre de 2022

## **Agradecimientos**

Es importante reconocer la oportunidad brindada por la Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo a manera de beca; esto con el fin de poder realizar mis estudios de posgrado y desarrollar la investigación deseada. Agradezco de manera extraordinaria a mis padres, Eduardo y Zahyra, por apoyar siempre, de manera incondicional, mis deseos para crecer de manera personal y profesional y estar siempre a mi lado en los mejores y peores momentos de la vida. A mi familia cercana, por estar al pendiente de mi bienestar, salud y estado de ánimo en las diferentes etapas de la investigación.

De manera particular expreso un reconocimiento infinito a mi amigo y colega, el Mtro. José Gabriel Castro Garza, por haber aceptado acompañarme durante dos años como tutor de esta idónea comunicación de resultados. Su visión, experiencia, conocimiento y confianza fueron de gran apoyo para superar cada etapa la investigación. De igual forma, quiero agradecer a los Drs. Pablo Torres Lima, y Ricardo Adalberto Pino Hidalgo, por haber revisado y aportado de manera objetiva en cada etapa de la tesis, desde la formulación del protocolo. Se agradece al resto de profesores, que impartieron clases en la generación 2020, por realizar comentarios particulares de manera positiva y acertada que mejoraron la orientación lógica de ciertas secciones de la investigación.

A mi amigo y colega, el Dr. Alberto González Pozo, por su insistencia en mejorar como profesionalista y motivarme a realizar los estudios de posgrado; compartir su manera de pensar y siempre darme un consejo cada que le pedía escuchar mis ideas, inquietudes y dudas con relación a mi avance de esta investigación. A mis colegas, amistades y conocidos más cercanos de la universidad por sus palabras, comentarios y ánimos constantes; además de creer y esperar siempre lo mejor de mí. A los amigos y compañeros de la generación 2020 y 2021, por compartir buenos momentos conmigo y generar un espacio agradable para la convivencia. De manera muy emotiva y especial a mis grandes e inigualables amigas Diana y Lyl, por su apoyo, consejos, ánimos y solidaridad en cada momento durante el transcurso del posgrado. Por acompañarnos en nuestras zonas de estudio y obtener increíbles e inolvidables experiencias juntos, por apoyarnos cuando más lo necesitamos, por aprender uno del otro; pero, sobre todo recibir su invaluable cariño y admiración. Simplemente gracias por todo.

## Resumen

La Ciudad de México ha sufrido una evolución territorial que durante el siglo XX provocó una acelerada transformación urbana de su periferia, debido en buena medida al proceso de industrialización que generó entre varios procesos, la migración poblacional del campo a la ciudad. En la región sur de la ciudad, como un relicto de la exhuberancia ambiental del pasado, se encuentra un sitio reconocido en 1986 como Zona de Monumentos Históricos en las alcaldías de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta; donde, se encuentra la localidad de San Andrés Mixquic, en la alcaldía de Tláhuac.

Desde 1940, el patrón de urbanización en Mixquic, se intensificó por el incremento de población local, debido a la falta de ordenamiento urbano y poca atención en la preservación de las zonas chinamperas inmediatas a la localidad. Sin embargo, la falta de información geográfica oficial que evidencia la problemática histórica de desarrollo urbano en el poblado, genera incertidumbre por comprender la transformación espacial del agroecosistema productivo y de los usos de suelo, entre mediados del siglo XX hasta el presente.

Es por esto que, se plantea identificar las condiciones estructurales (ambientales, económicas, socio-culturales y territoriales), que han impactado en la conservación del sistema chinampero, mediante propuestas de análisis geoespacial con imágenes aéreas históricas del sitio (1940-2020) y proponer una metodología especializada que haga uso de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta acumuladora de información y expresión visual para demostrar la transformación territorial de la localidad.

**Palabras clave:** Mixquic, agroecosistema productivo, chinampa, urbanización, análisis geoespacial.

## Índice

<b>Introducción</b> .....	4
<b>Capítulo I. Diseño de la investigación</b> .....	7
Problemática .....	7
Justificación.....	9
Preguntas de investigación.....	10
Objetivos .....	10
<b>Capítulo II. El sistema chinampero y su complejidad en el territorio</b> .....	15
Teoría de los Sistemas Complejos .....	15
Sistemas de Información Geográfica.....	17
Ordenamiento Territorial.....	19
Agroecosistema chinampero .....	20
<b>Capítulo III. Territorialización de los procesos históricos de San Andrés Mixquic</b> .....	23
Características del agroecosistema chinampero .....	30
<b>Capítulo IV. Una propuesta metodológica para la construcción de datos históricos de un agroecosistema chinampero</b> .....	31
Técnica de fotointerpretación .....	35
Propuesta de análisis visual como técnica de apoyo en la fotointerpretación .....	38
Técnica de clasificación de imagen .....	54
<b>Capítulo V. Resultados obtenidos y nuevos horizontes en la investigación</b> .....	54
<b>Conclusiones</b> .....	78
<b>Bibliografía</b> .....	82
<b>Anexos</b> .....	87
Anexo I.....	87
Anexo II.....	87
Anexo III.....	88
Anexo IV.....	89
Anexo V.....	90
Anexo VI.....	91
Anexo VII.....	99
Anexo VIII.....	107
Anexo XIX .....	108

## **Introducción**

La presente Idónea Comunicación de Resultados, denominada Estudio para la Generación de datos cartográficos históricos en el agroecosistema chinampero de San Andrés Mixquic, es resultado de los diversos trabajos de investigación realizados con el fin de analizar las transformaciones territoriales y los cambios que el agroecosistema chinampero ha sufrido derivado de la actividad humana. Primero, para modificar las condiciones naturales de tal forma que permitiera el soporte de actividades agrícolas, base económica de la población en sus orígenes. Segundo, dar continuidad con las transformaciones del territorio que dieron paso a la urbanización que han permitido la ampliación y crecimiento de los asentamientos humanos.

Como se mencionó anteriormente, las características sui-generis de la zona de estudio, distinguida por la presencia de un sistema lagunar de aguas someras, que fue modificado de manera paulatina según las necesidades temporales de la población, en cada periodo histórico en al menos los últimos 100 años. Con ello sentó la base material que permitió el desarrollo de una cultura que desarrollo formas únicas en sus relaciones con el medio ambiente. Las chinampas, se convierten en la expresión material de la cultura local, en donde el agua, la tierra, la vegetación y el trabajo humano que conforma un sistema agroproductivo. El agua, se convierte en el elemento central de este sistema antropizado, que su presencia en buena medida determina al resto de los elementos.

Este trabajo de investigación consta de cinco capítulos:

Capítulo 1. Diseño de la Investigación: En este apartado se abordan los elementos básicos que permitieron estructurar y conducir la investigación. Se describen el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos generales y particulares, las preguntas de investigación, la hipótesis de trabajo y finalmente, el estado del arte.

Capítulo 2. El Sistema Chinampero y su Complejidad en el Territorio: En este apartado se desarrollan teórica y conceptualmente los elementos y temas que permiten desde el enfoque de la teoría de los Sistemas Complejos, construir directrices que coadyuban a explicar y a construir la historicidad de las transformaciones ambientales y territoriales de la zona de estudio.

Se aborda también el papel de los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta metodológica y de análisis espacial, estadístico y territorial que permite acercarse al planteamiento abstracto y conceptual de la teoría de los sistemas complejos.

Se analiza conceptual y teóricamente el papel del territorio como soporte material de las relaciones naturales y sociales, así como el desarrollo y construcción de especificidades que se desprenden de este análisis, particularmente en el entendimiento de los elementos que conforman a los agroecosistemas chinamperos y sus relaciones con el agua, entendido este último como el recurso indispensable en la conformación de este sistema en la zona de estudio propuesta.

Capítulo 3. Territorialización de los procesos históricos en San Andrés Mixquic: En este sentido se abordan distintos estadios temporales que permitieron hacer una reconstrucción de la historia ambiental y territorial de la zona de estudio, de sus inmediaciones y de la región que la incluye, al mostrar las transformaciones ambientales y territoriales ocurridas desde el S. XIX hasta los cambios más recientes. En este apartado también, se describen las condiciones y rasgos geomorfológicos más importantes.

En este apartado también se analizan las relaciones de determinación y de interdependencia de los elementos que conforman el agroecosistema chinampero de San Andrés Mixquic.

Capítulo 4. Una propuesta Metodológica para la Construcción de Datos Históricos de un Agroecosistema Chinampero: Este capítulo se enfoca en la construcción de un procedimiento que con el uso de técnicas específicas de fotointerpretación de imágenes aéreas, aunado a la clasificación de fotografías históricas y polígonos diversos, permite la construcción de una técnica de análisis para cuerpos de agua superficiales para territorios con características peculiares como las presentes en el Agroecosistema Chinampero de San Andrés Mixquic.

Esta técnica permitió identificar, clasificar y analizar las características particulares de los elementos que se procesaron, el arbolado, los islotes y los cuerpos de agua entre muchos otros componentes que se caracterizaron de la traza, las estructuras urbanas y elementos de

carácter productivo, que conforman un complejo entramado de relaciones del sistema agroproductivo estudiado.

Capítulo 5. Resultados obtenidos y nuevos horizontes en la investigación: En este apartado se realiza la interpretación de los resultados de la cartografía generada, así como el número de datos obtenidos en la investigación. Se muestran también diversas comparativas de discusión de datos con relación a los islotes, arbolado y cuerpos de agua del agroecosistema chinampero. Posteriormente se realizan algunos ejercicios de observación comparativa a nivel de barrio para determinar la ocupación de los asentamientos humanos en las antiguas zonas agrícolas. También se realiza una representación virtual mediante modelos 3D del agroecosistema chinampero, donde se observa el estado y evolución de los islotes, entre otros elementos.

Finalmente se desarrollan las conclusiones generales de la investigación, las aportaciones metodológicas, las limitaciones, y las líneas de investigación futuras, así como la bibliografía y los anexos.



## Capítulo I. Diseño de la investigación

### Problemática

El proceso de urbanización del siglo XX en México sobre las grandes ciudades con dificultad para el ordenamiento territorial ha ocasionado una indudable e insostenible transformación en las áreas agrícolas ubicadas en la periferia de las trazas urbanas. Este fenómeno ha evidenciado deterioro de los recursos hídricos, apoyado por una planificación rural para el desarrollo agrario. Esto, a lo largo del tiempo, ha desencadenado un problema relacionado a la pérdida de cuerpos de agua, además de la pérdida de vegetación con relación a la superficie productiva<sup>1</sup>.

La Ciudad de México, como la gran mayoría de las metrópolis en el mundo, ha sufrido grandes cambios territoriales a lo largo del siglo XX debido al crecimiento demográfico e industrial que provocó un acelerado desarrollo urbano. A inicios de dicho siglo la ciudad contaba con una superficie aproximada de 40 km<sup>2</sup>, con una población estimada por encima de 471 mil habitantes (Hiernaux, 1992) en 1910. Cien años después, se superan los 2,213 km<sup>2</sup> (INEGI, 2010) y más de 19 millones de habitantes al considerar la zona metropolitana circundante para el año 2010 (INEGI, 2012). Esta transición dio inicio al deterioro de una región específica de importancia histórica natural, cultural y productiva ubicada al sureste de la gran urbe. A partir de 1986 dicha región se le denominaría Zona de Monumentos Históricos en las Delegaciones de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta (SEGOB, 1986), con una superficie de 75.34 km<sup>2</sup> para 2014 (González, 2016).

Durante más de cien años, desde tiempos de la revolución y el cardenismo, hasta el contexto contemporáneo global económico y tecnológico que atraviesa el mundo, es posible notar una transformación espacial de la superficie natural aprovechada para la producción agraria. Diferentes localidades originarias, junto con áreas agrícolas, son afectadas a diario por las consecuencias del crecimiento desmedido de la ciudad, como es la búsqueda de nuevas regiones para satisfacer las necesidades alimentarias de millones de habitantes, la explotación de los mantos acuíferos por medio de pozos de extracción, la dirección de los

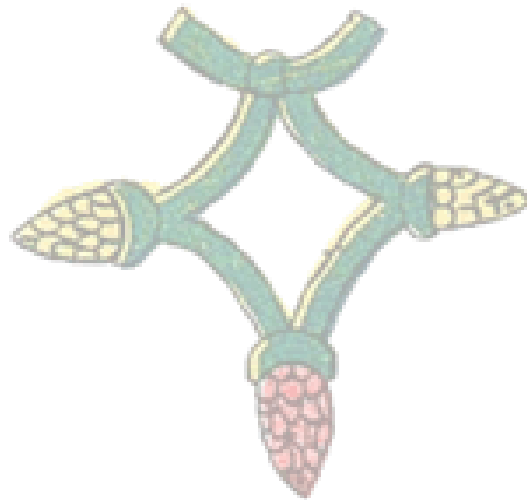
---

<sup>1</sup> Al mismo tiempo, esta pérdida se relaciona al cambio de uso de suelo, impulsado por las transformaciones socio-territoriales a lo largo de la república mexicana (Ver anexo I).



recursos económicos hacia otros sectores o proyectos públicos, la necesidad de vivienda lo más cercana posible al centro de la ciudad, la falta de apoyo al campo, por mencionar algunos.

Dicho resultado de esta transformación, es perceptible en una localidad al sureste de la Zona Patrimonio Mundial, de manera concreta, en el poblado originario de San Andrés Mixquic, en la alcaldía Tláhuac. Donde la particularidad de este asentamiento enaltece por el aprovechamiento de áreas de cultivo con características especiales denominadas chinampas, cuyo valor histórico y tradicional de relevancia internacional ha hecho posible reconocerlas como un paisaje cultural<sup>2</sup>. Ya que, forma parte de un sistema agrícola prehispánico perteneciente a lo una región lacustre de valor ambiental único en el mundo. Sin embargo, dicho sistema agrícola depende en su totalidad de las características particulares (islote, árboles, canales, cuerpos de agua) que lo vuelven único en el mundo; por lo que la atención a ello, a dichas características se refiere, ha necesitado una mayor atención en las problemáticas que presenta junto al resto de la Zona Patrimonio Mundial.



---

<sup>2</sup> Considerado como parte de un paisaje cultural por el Comité del Patrimonio Mundial (1992).

## Justificación

En los últimos 80 años, la zona chinampera de Mixquic ha sido constantemente amenazada por las transformaciones territoriales debido al crecimiento de los asentamientos humanos irregulares alrededor de la localidad, la extracción de los mantos acuíferos al sur de la ciudad y la distribución no equitativa del recurso hídrico<sup>3</sup> en el agroecosistema chinampero, la pérdida de arbolado e islotes de cultivo. Pero, a pesar de la evidencia de estos hechos, no se ha comprobado cual ha sido la pérdida real de las características particulares en la zona chinampera y demuestre una clara diferencia entre un momento de equilibrio ambiental y otro hacia un escenario en decadencia.

Es importante generar una propuesta de análisis histórico-territorial que brinde información de mayor precisión sobre los hechos ocurridos con relación a la pérdida de áreas chinamperas dentro de un agroecosistema en un espacio geográfico muy particular. Ya que, al haber un mayor rango de tiempo entre el pasado y el presente, aportará información relevante sobre el impacto ambiental antropogénico en la naturaleza. Los resultados obtenidos serán de apoyo en la toma de decisiones para generar propuestas estratégicas dirigidas a la gestión y conservación de los agroecosistemas chinamperos.



---

<sup>3</sup> Recurso Hídrico: Recursos disponibles o que es probable que estén disponibles, en cantidad y calidad suficientes, en el lugar correcto y en el momento correcto para satisfacer una necesidad identificable (UNESCO, 2012).

## **Preguntas de investigación**

1. ¿Cuáles son las características particulares que conforman al agroecosistema chinampero de San Andrés Mixquic?
2. ¿Cómo es posible identificar los aspectos relacionados a los cuerpos de agua superficiales?
3. ¿Cuál ha sido la transformación territorial entre dos periodos de tiempo del agroecosistema chinampero y como se relacionan con los cuerpos de agua superficiales?
4. ¿Cómo generar una base de datos histórica de un agroecosistema chinampero?
4. ¿Cuál es la importancia de generar una base de datos histórica para comparar dos o más periodos de tiempo en un mismo territorio?

## **Objetivos**

### Objetivo general

Identificar y cuantificar las transformaciones territoriales producidas en el agroecosistema chinampero de San Andrés Mixquic, alcaldía Tláhuac, Ciudad de México, a través de la generación de una base de datos histórica y determinar sus afectaciones en los cuerpos de agua superficiales y zona chinampera, a partir del uso de técnicas de análisis geoespacial y de producción cartográfica (Sistemas Información Geográfica).

### Objetivos particulares

1. Identificar las características particulares que conforman al agroecosistema chinampero y su relación con los cuerpos de agua superficiales.
2. Identificar las características peculiares del proceso de transformación territorial en el agroecosistema chinampero y determinar las afectaciones de los cuerpos de agua superficiales.
3. Generar una base de datos histórica de dos periodos de tiempo para determinar la los cuerpos de agua superficiales del agroecosistema chinampero.
4. Formular recomendaciones generales para la generación y manejo de bases de datos históricas en agroecosistemas chinamperos y/o con características particulares de un territorio.

## Hipótesis

El análisis geohistórico, en un periodo de tiempo más lejano al presente, del agroecosistema chinampero de San Andrés Mixquic, permitirá dimensionar las afectaciones ambientales (agua, y suelo) y los cambios ocurridos en el sistema agroproductivo (cultivos) provocados por las transformaciones territoriales.

## Estudios similares sobre zonas chinamperas

El uso de la foto aérea para el análisis del territorio se remonta a mediados del siglo XIX, esto cuando los globos aerostáticos hacían la labor de sobrevolar a una gran distancia del suelo con el objetivo de posicionar al espectador en un espacio privilegiado con el fin de observar un área considerable del territorio (Roussilhe, 1929). Por lo anterior, es lo que da paso al uso de la cámara fotográfica como una herramienta para la generación de evidencias visuales y posterior análisis en gabinete. En México, la generación de aerofotos comienza a partir de 1931 con la fundación de la Compañía Mexicana de Aerofoto (Fundación ICA, 2022), empresa dedicada a la generación de dichas visuales<sup>4</sup>; mismas que han servido para estudios complejos del territorio y ahora forman parte de una evidencia histórica que aporta un importante punto de comparación espacial de mayor amplitud temporal con relación al presente estudio.

Al sur de la Ciudad de México, en lo que hoy se considera Zona Patrimonio Mundial, existe variedad de estudios asociados al análisis territorial de las diferentes zonas chinamperas de



Figura 1. Primer mapa de la cuenca lacustre Xochimilco-Chalco, según Armillas (1971), que muestra el posible límite de la antigua laguna al comparar los pantanos y los remanentes de chinampas cultivadas en 1971 con fotografías más antiguas y datos generales del territorio.

Xochimilco y Tláhuac. Pedro Armillas, un antropólogo y arqueólogo español, estudio gran parte de la zona lacustre, paisaje natural y el desarrollo agrario particular al sureste de la ciudad. Esto al reconocer el gran valor de la interpretación espacial con fotografías aéreas y la relevancia de los datos obtenidos a partir de las mismas (Armillas, 1971). Armillas hace una evaluación territorial a escala 1:25,000

<sup>4</sup> Durante 58 años esta empresa logró generar un acervo aproximado a un millón de imágenes aéreas.

con el fin recrear una primera caracterización general y contrastarlo con la ubicación histórica de la antigua laguna de Xochimilco-Chalco.

En 1992, para el caso particular de San Andrés Mixquic, Mucio Ruiz en su tesis para obtener el grado de arquitecto en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, genera un diagnóstico general de la zona chinampera<sup>5</sup> como parte de un estudio dedicado a revelar las causas estructurales del territorio que provocaban el deterioro ecológico ambiental del sitio (Ruiz, 1992). En uno de los mapas presentados, se aprecia un acercamiento claro sobre la composición territorial del agroecosistema chinampero según la línea de la red canalera perceptible en la zona (Ver figura 2).



Figura 2. Mapa de zona urbana y chinampera de Mixquic en 1992 según Ruiz.

En 2010, un equipo de investigadores coordinados por el Dr. Alberto González Pozo (2010), de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, realiza una primera catalogación de un área concreta de la zona chinampera de San Gregorio Atlapulco<sup>6</sup> (Ver figura 3), con el fin de obtener datos concretos de cada islote identificado y convertirla en información de utilidad para la generación de proyectos, estrategias y acciones relacionadas a

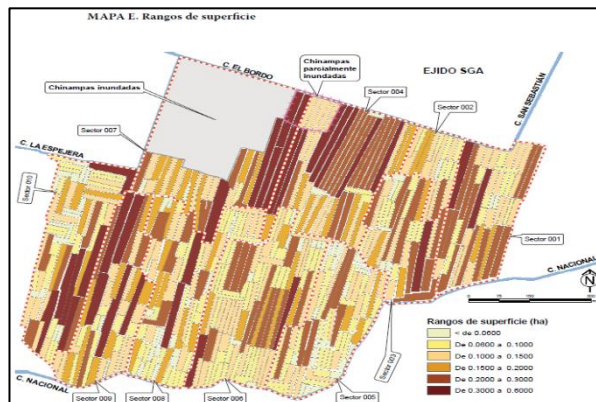


Figura 3. Primer mapa del estudio que revela el estado físico superficial—para el 2010— de una pequeña fracción de la zona chinampera de San Gregorio Atlapulco (González, 2010).

<sup>5</sup> Cabe aclarar que dicho mapa se realizó como parte de un diagnóstico con diferentes temáticas territoriales, por lo que es entendible que el detalle de la cartografía de la zona chinampera sea con escaso detalle identificado. Sin embargo, es una de las pocas evidencias particulares sobre chinampas y cuerpos de agua del agroecosistema total de San Andrés Mixquic en el siglo XX.

<sup>6</sup> Misma que fue la primera intervención oficial, sin precedentes, para la identificación puntual por islote y primer resultado de catalogación en su tipo en las zonas chinamperas.

la conservación de la zona. La labor en el trabajo de campo fue tal, que se recopiló un conjunto de más de medio millar de fichas de catalogo entre 2005 y 2006. Uno de los resultados más importantes de dicho estudio, fue haber resaltado la traza tradicional chinampera y los cuerpos de agua a manera de canales; ya que, con esta información se dio a conocer las superficies reales de cada islote y canales más pequeños, además de otras características particulares propias de las chinampas<sup>7</sup>.

En 2016, periodo de tiempo en que la Autoridad de la Zona Patrimonio Mundial Natural y Cultural de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta ya se encontraba en funciones operativas, un segundo estudio coordinado por el Dr. González Pozo y el grupo de investigadores, determinó el estado general, mediante un diagnóstico más amplio de caracterización, de las cinco zonas chinamperas de las alcaldías de

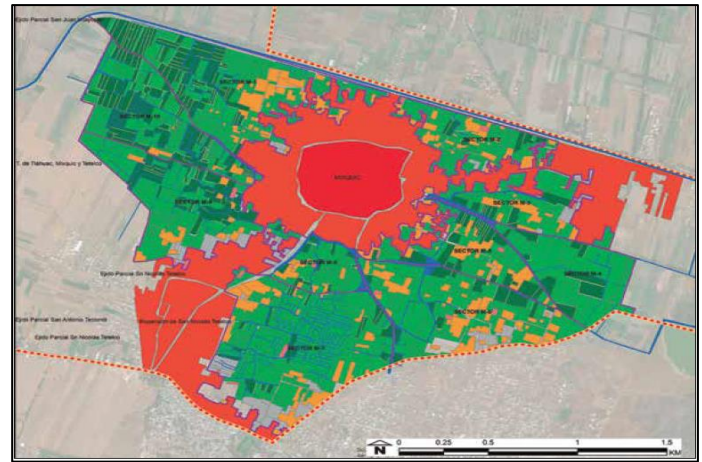


Figura 4. Mapa de uso de suelo por islote de San Andrés Mixquic y San Nicolás Tetelco (González, 2016).

Xochimilco y Tláhuac (González, 2016). En el caso de San Andrés Mixquic se demostró que, a pesar de contar con una zona chinampera en vías de ser rescatada para su conservación, la amenaza latente del crecimiento urbano y la falta de agua, hacen de esta una clara llamada de atención hacia la emergencia en riesgo que presenta la zona chinampera del poblado (Ver figura 4).

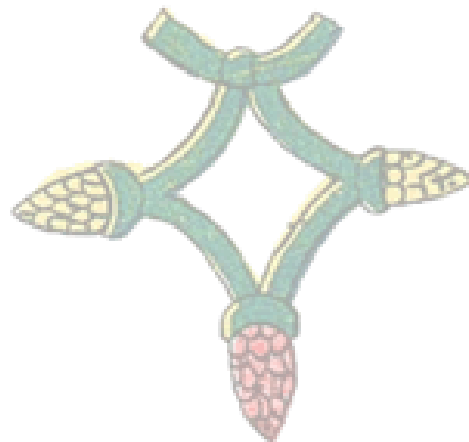
En el mismo año, se realiza una publicación en la revista *Diseño y Sociedad*, de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, llamado *Ocho décadas de decadencia en las chinampas de Xochimilco*. En él, hace referencia al uso de la primera fotografía de la zona chinampera de 1936 y la importancia por utilizarla analizarla con el fin

<sup>7</sup> Como el estado y profundidad de la red canalera, bordes del islote, total de árboles, tipos y estados del cultivo, entre otros.

de realizar comparaciones con el presente. En el mapa presentado se observa el cambio drástico por la pérdida de la red canalera fina entre los años treinta y el siglo XXI (Ver figura 5).



*Figura 5. Mapa sobre la comparativa de la red canalera de la zona chinampera de Xochimilco de 1936 y 2016 (González, 2016).*



## Capítulo II. El sistema chinampero y su complejidad en el territorio

### Teoría de los Sistemas Complejos

La palabra 'sistema' representa una serie de órdenes distintas que son incomprensibles al ser vistas de manera individual, especialmente como se distinguió el biólogo Ludwig Bertalanffy al profundizar en el concepto de sistemas como "concepciones y problemas que han aparecido en todas las ramas de la ciencia, sin importar que el objeto de estudio sean cosas inanimadas, organismos vivientes o fenómenos sociales" (Bertalanffy, 1987: 37). También enfatizó que los sistemas se dividen en abiertos y cerrados. Los primeros son sistemas de entrada o salida de materiales a través del intercambio de materiales, energía o información que dependen de un constante intercambio con el medio ambiente. Este último tiene factores continuos que pueden equilibrar y exacerbar el trastorno (Checkland, 1993: 101).

Luego, el concepto se desarrolló más en la cibernética, donde se integró con el pensamiento sistémico visto desde una metáfora, todo el universo conocido ya no se veía como una máquina o estructura, sino como una red de relaciones inextricablemente vinculadas (Capra, 1996). Esta teoría se basa en relaciones, patrones y contextos, asociados a perspectivas cambiantes, donde hay un terreno común entre la vida, lo inmaterial y lo que no es posible analizar, los patrones organizativos. Sin embargo, una de las ideas más importantes para entender los sistemas es que las redes son el modelo básico para organizar y crear jerarquías en todos los sistemas vivos, cuya función es la autorregulación. "El patrón para la vida, podríamos decir, es un patrón capaz de autoorganizarse" (Capra, 1996:100) se basa en ideas de relaciones e interdependencia más que en una jerarquía lógica debido a las múltiples formas de pensar y comprender (Resnick, 2001: 46).

Así, Morin presenta la teoría de sistemas como una asociación de varios factores unidos por una relación en común, cuya apariencia es desconocida para un observador externo y para cualquiera que se adentre en él. En esencia, la idea de un sistema que implica la oposición física de los conceptos de equilibrio y desequilibrio, Se puede entender sin tener en cuenta el entorno y, por lo tanto, se vuelve compleja. Así, las teorías de sistemas atienden la urgente necesidad de una respuesta, ya que son muy abstractas y ni siquiera forman un modelo. El



sistemismo, si ha de ser superado debe, en todo caso, ser integrado (Morín, 1990:47) bajo la lógica de organización por factores relacionables entre sí para generar un sistema más profundo de observar.

Al respecto, como señala Capra, se ha alcanzado un nivel más refinado de comprensión en virtud de la propiedad definitoria de las tramas de la vida: la autoorganización, elemento esencial del contexto descrito como “la aparición espontánea de nuevas estructuras y nuevos modos de comportamiento en sistemas lejos del equilibrio, caracterizada por bucles de retroalimentación internos” (Capra, 1996:103), donde estos bucles actúan como un enlace entre los sistemas vivos e inanimados, esto aumenta la cantidad de elementos con los que el sistema interactúa, por lo que esto es su integración más sincrónica y diversa para comprender.

El mundo que soporta a todos por igual, además de su constante evolución natural, trae consigo un ilimitado número de fenómenos entrelazados que aumenta el nivel de dificultad para entenderlos de manera singular. El desarrollo de estructuras que expliquen o respondan a nuestro mundo requiere confrontar lo complicado, Morin (Morin, 1990: 99-100) señala que la complejidad es la visión lograda de manera racional-empírica, por un lado, poco probable de lograr confianza absoluta y restaurar la posibilidad de contradicciones inevitables. En otras palabras, es una explicación cercana a la realidad pero que no contiene la verdad absoluta ni posibilidades únicas.

La propuesta teórica anterior da respuesta a la complejidad basada en tres principios: tratar las contradicciones como necesarias, no como errores (diálogo), cada parte como su propia causa y causa (organización recursiva), y el todo por partes, y viceversa (holograma). Estas razones apuntan a reducir el riesgo que corre el investigador de separar las partes del todo, simplificar el fenómeno y universalizar las explicaciones obtenidas.

Por su parte, Rolando García en “Sistemas Complejos” (García, 2006) explica que la complejidad es la relación que no puede tomar en cuenta diferentes aspectos de un fenómeno, proceso o situación de un dominio, porque cada elemento está relacionado con el otro. Si bien un sistema complejo es “una representación parcial de esta realidad, conceptualizada como

un todo organizado, sus elementos son inseparables y por tanto no pueden ser estudiados individualmente” (García, 2006: 21). Además, señala que el estudio de un sistema complejo implica abordar aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos, ya que el investigador trabaja el problema desde diferentes fuentes, visiones distintas, pero no distintas (García, 2006: 47).

Dado que un sistema complejo analiza los problemas en términos de factores internos y externos, García agrega que hay dos problemas más que deben abordarse. El primer nivel corresponde a la presencia de niveles que dividen el sistema en subsistemas como interferencias entre los factores analizados por el investigador. En segundo lugar, se establecen relaciones interdisciplinarias, porque el sistema no tiene un desarrollo uniforme y se puede realizar una reorganización, el trabajo interdisciplinario no se basa en un conjunto de campos, sino en el intercambio de ideas, cuando se analiza el problema en diversas formas se exploran diferentes formas y relaciones para llegar a un resultado concreto (García, 2006: 92).

En última instancia, un sistema es una red de componentes interconectados que pueden verse condicionados por factores internos y externos, involucrados entre sí o ajenos, pero con cierta influencia en el sistema. De igual manera se complica porque el problema puede tener diversos elementos, mismos que se presentan en la zona chinampera de Mixquic. Ya que, a partir de su entorno inmediato, puede ser analizada desde distintas áreas, obtener diferentes datos, posibles respuestas y abrir la posibilidad de darle continuidad a un tema o conjunto de temas; mismos que pueden ser identificados y analizados mediante las tecnologías como los sistemas de información geográfica.

### **Sistemas de Información Geográfica**

Una de las tecnologías de la información que ha evolucionado rápidamente durante la última década son los sistemas de información geográfica (SIG). Por un lado, debido a una mayor capacidad, productividad y abaratamiento con el hardware informático, los SIG ya no eran simplemente aplicaciones militares o gubernamentales para apoyar las misiones de pequeñas organizaciones (Grimshaw, 1994). Un sistema de información es un conjunto de personas,

máquinas, datos y procesos que trabajan juntos para recopilar, organizar y distribuir información importante a individuos u organizaciones. El término organización se entiende aquí en su sentido más amplio, para incluir corporaciones y gobiernos, así como grupos más grandes; como un grupo de científicos con un interés común o como un grupo de trabajadores sobre el impacto ambiental de, por ejemplo, una nueva línea de ferrocarril.

Por otro lado, las tendencias en la comunidad y economía global, así como el continuo impacto negativo de los desarrollos tecnológicos, indican la necesidad de una gestión más inteligente de los recursos de la Tierra. La gestión de la geoinformática tiene un potencial enorme reconocido, pero sin explotar, al menos para analizar y resolver algunos de los problemas complejos del mundo, como los sociales, económicos y ambientales (Antenucci, Brown, Croswell y Kevany, 1991).

Para el estándar actual con el uso de las nuevas y futuras tecnologías el concepto se transforma de manera modular con la “integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñada para capturar, almacenar, manejar, analizar, modelar y representar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión” (Sastre, 2010). En resumen, los SIG combinan información geográfica con información descriptiva almacenada en una base de datos. Esto significa que, además de poder ver mapas, cada SIG debe ayudar a organizar tanta información como sea posible, así como la recopilación de datos y la toma de decisiones.

El desarrollo central de cada SIG se encuentra a partir de la base particular de datos según el uso y complejidad del mismo. Una base de datos es una colección de información organizada de tal manera que las computadoras pueden almacenar y recuperar la información de manera eficiente. Un elemento importante de la base de datos es la generación del modelo de datos aplicados al territorio; ya que, este requiere un desarrollo puntual por los elementos que se necesiten resaltar. Algunas aplicaciones requieren modelos relativamente simples, pero la mayoría de los SIG requieren modelos de datos complejos. Como es el caso de la zona chinampera que cuenta con diversidad de variables a identificar, desde su sistema particular de producción agraria hasta la convivencia con el entorno urbano provocado por el proceso de urbanización resultado del proceso evolutivo territorial.

## **Ordenamiento Territorial**

El entendimiento del territorio ha formado parte del desarrollo desde las primeras civilizaciones, hasta las grandes megalópolis de la actualidad. En México, a pesar de haber impulsado un ordenamiento del territorio desde tiempos prehispánicos hasta principios del siglo XX, no existía una política que regulara la metodología específica para los planes y programas para gestionar el suelo urbano y natural.

Para principios de los años ochenta, en Europa ya se definía a la planeación territorial desde el Consejo Europeo, al unir elementos y condiciones espaciales y sociales. “Para el Consejo de Europa el concepto de planificación regional/territorial es la expresión geográfica de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad” (Carta Europea, 1983). En años posteriores, surgen nuevos conceptos que vinculan la relación espacio-territorio, apoyados de la aplicación de diversas ciencias que nutren la idea de planificar desde un enfoque multidisciplinario, dichos conceptos son:

“Un conjunto de acciones concertadas para orientar la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos buscando su desarrollo socioeconómico, teniendo en cuenta las necesidades e intereses de la población, las potencialidades del territorio considerado y la armonía del medio ambiente” (Fals Borda, 1996).

“Herramienta fundamental para alcanzar el desarrollo sustentable. Se trataba de un instrumento para introducir la racionalidad, tanto ambiental como económica, en el proceso de explotación de los recursos naturales”. Naciones unidas, comisión económica para América latina y el caribe (CEPAL, 1991).

“...sobre la organización de las actividades humana sobre el territorio. Se vincula y adquiere en algunos casos una connotación ambiental, esto debido a una aplicación conceptual y metodológica que se centra en una adaptación económica desde el punto de vista instrumental a un contexto geográfico y cultural en particular” (Jordán, 2001).

El territorio por lo general converge distintas áreas de estudio y se apoya de estas para generar una óptima gestión del suelo, las actividades humanas siempre transformarán las relaciones sociales, económicas, políticas, culturales de una región. El trabajo en equipo de las diferentes disciplinas cumple un papel muy importante al momento en la toma de decisiones

en beneficio del uso del suelo y sus futuras ocupaciones de manera ordenada. De dichas decisiones depende el cuidado del medio ambiente, ya que, en una ciudad tan extensa y volátil como es la Ciudad de México, ser meticuloso con la normatividad jurídica que implica el territorio, puede mejorar la condición física y social de grandes espacios territoriales, como las áreas naturales protegidas, el suelo de conservación, las áreas de valor ambiental, la zona de monumentos históricos, áreas de cultivo, entre otros. De ahí, dada la relación del territorio con el contexto inmediato, siempre se verá en la necesidad de analizar y observar lo que sucede a su alrededor.

### **Agroecosistema chinampero**

El agroecosistema, es el producto final de la influencia del tiempo, combinado con el clima, la topografía, los organismos (flora, fauna y ser humano), y de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas (FAO, 2014). Se define como el cambio del estado de la salud del suelo resultando en una capacidad disminuida del ecosistema para proporcionar bienes y servicios entre sus beneficiarios (FAO, 2014).

Desde un punto de vista agrícola, el suelo es la capa fértil de materia que cubre la superficie terrestre y es utilizada por las raíces de las plantas como soporte, nutrientes y agua. Desde una perspectiva ambiental, varias definiciones reconocen su papel fundamental en los procesos ecosistémicos debido a las funciones y servicios que realiza, como la regulación y distribución del agua corriente o como un amortiguador contra los efectos de varios contaminantes.

Según su origen y factores ambientales, la Asociación Estadounidense de Ciencias del Suelo (SSSA, 2022) lo define como la capa superior de material orgánico y mineral suelto, el medio natural en el que crecen las plantas, son simultáneamente objetos y mapean los factores que conducen a la estructura agroecosistema (clima, topografía, bioma, material parental y tiempo) y, debido a su interacción, difieren en aspectos físicos, químicos y otros. La biología y la morfología de la matriz rocosa a partir de la cual se forman. Por ello, el suelo ya no es una roca o un depósito geológico sino un producto de los cambios e interacciones que sufren estos materiales al largo del tiempo (Sumner, 2000). Gracias a esto, es posible identificar a la zona

chinampera como un agroecosistema, ya que, cuenta con un proceso histórico de fenómenos y procesos naturales, sin dejar de lado la intervención constante del ser humano sobre el territorio. Adicionalmente, cuenta con características particulares, aún sostenibles, que le dan identidad a dicha zona y, sobre todo, a pesar de ser un elemento artificial sobre un espacio natural, aporta una regulación ecosistémica a la región. Sin embargo, al situarse en la periferia urbana de una ciudad en constante crecimiento y con cambios socio-territoriales; es necesaria la identificación de problemáticas relacionadas y no relacionadas a la zona chinampera. Esto debido a la interacción que tienen los habitantes de San Andrés Mixquic con el resto de la urbe.

### **El agua como recurso indispensable**

El agua es un elemento esencial en el desarrollo de la vida en el planeta y es un componente principal del ciclo hidrológico y de los ciclos agrícolas, que implica el movimiento o transferencia de cuerpos de agua en sus diferentes estados, el cual promueve muchos procesos naturales en el planeta<sup>8</sup>. Por lo que es sencillo entender que este recurso es indispensable para la preservación del agroecosistema chinampero. Por lo tanto, el cuidado de este recurso hídrico es un elemento importante de una gestión adecuada del territorio. El agua, además de satisfacer las necesidades humanas básicas y realizar funciones y servicios ambientales, constituye una fuente de abastecimiento para la instalación objeto de este estudio, y actúa como vertedero y mecanismo de transporte de los residuos que en él se generan, el cual contamina el entorno, junto al ambiente, embalse y la misma fuente de agua. Cabe señalar que los Principios de Dublín reconocen y expresan expresamente los términos 'agua' y 'recursos hídricos' y ampliaremos sus significados o definiciones para distinguirlos entre sí de manera diferente.

Para entender a la importancia del agua en la chinampa es necesario, recordar brevemente su pasado prehispánico e identificarlo como un islote de agricultura artificial sobre los diferentes lagos, en su mayoría, en el sur de lo que en su momento fue la ciudad de

---

<sup>8</sup> Agua: Sustancia cuya molécula está formada por la combinación de un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno, que es un líquido, inodoro, insípido e incoloro. Es el componente más abundante de la superficie terrestre, en su forma más o menos pura produce lluvia, arroyos, ríos y mares; Forma parte de todos los organismos vivos y se presenta en compuestos naturales (DRAE, 2014).

Tenochtitlán. Una de las características más importantes de esta técnica era su capacidad para proporcionar agua (a cada chinampa) para la producción de alimentos incluso cuando no llovía, por lo que la ciudad tenía suficiente comida durante todo el año. Esta estabilidad alimentaria explica en parte el poderío económico de los aztecas durante su expansión (González-Pozo et al., 2016). Pero también, permite explicar la importancia intrínseca del agua como recurso y de la necesidad del entendimiento de su ciclo natural para una buena gestión y manejo.

Los cuerpos de agua como parte de los recursos hídricos, por lo general, son los reservorios de los que se extrae un determinado elemento para uso humano. El concepto más moderno abarca todas las aplicaciones humanas relacionadas con el ciclo hidrológico (suministro de agua, navegación, pesca, hidroeléctrica, recreación, mantenimiento de los ecosistemas acuáticos, etc.) (Convención Sitios Ramsar, 2005). La diferencia es que el concepto "recursos hídricos" es un subconjunto del concepto general "agua" que equivale a aguas superficiales y subterráneas para uso humano, por lo que el término dicho es un conjunto que incluye el flujo de agua en sus tres fases: sólido, líquido y gaseoso, para usos antropogénicos y ecológicos. Por lo tanto, en el marco actual del desarrollo sostenible, se debe enfocar en la gestión integrada de los recursos hídricos.



### **Capítulo III. Territorialización de los procesos históricos de San Andrés Mixquic.**

Se encuentra ubicado al sureste de la alcaldía Tláhuac (Ver mapa 1), forma parte de la región lacustre en el sur de la Ciudad de México y en la actualidad forma parte del polígono inscrito a la UNESCO como zona patrimonio mundial de la humanidad desde 1987<sup>9</sup> por el valor cultural que las zonas chinamperas e historia social ha mantenido hasta el momento. Por lo tanto, esto lo convierte en un sitio invaluable para la humanidad y forma parte de los 21 “barrios mágicos” de la ciudad de México<sup>10</sup>, pero no solo eso, sino que también gracias a su gran producción agrícola que representa para la alimentación de una parte de la ciudad de México con el uso de las chinampas como un modelo de producción de alto rendimiento.

Se divide en cinco barrios: Los Reyes, San Miguel, San Bartolomé, San Agustín y Santa Cruz —este último formado a mediados del siglo XX, el resto son fundacionales—. Forma parte de los siete pueblos originarios de Tláhuac, los cuales conservan sus características rurales y tradiciones. Ellos son San Juan Ixtayopan, Santa Catarina Yecahuizotl, Santiago Zapotitlán, San Pedro Tláhuac, San Francisco Tlaltenco y San Nicolás Tetelco; donde este último fue tomado en cuenta para el desarrollo de esta investigación, por su cercanía a la zona de estudio planteada y el reconocimiento de su zona chinampera como parte de Mixquic (Ver mapa 2). La localidad, a pesar de haber sido incorporada a la traza urbana de la Ciudad de México, ha mantenido un margen significativo de identidad rural ante el desarrollo urbano y aún se le puede apreciar como un pueblo originario de la periferia.

De acuerdo con la red de canales del sistema lacustre del Valle de México, por lo cuales circulaban un gran número de canoas, así también el movimiento de mercancías en este tipo de transporte (materiales para construcción, verduras, granos, madera, etcétera) de igual manera existía la conectividad con lagos cercanos desde Chalco, Mixquic y Tláhuac, con el canal de Iztapalapa. Por lo que Mixquic contaba con una gran conectividad mediante los canales, además de contar con dichos recursos de manera constante mediante los escurrimientos venideros desde las elevaciones importantes como el Iztaccíhuatl y

---

<sup>9</sup> Incluso en 2012, se crea se crea la Autoridad de la Zona Patrimonio Mundial Natural y Cultural de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, como el Órgano de apoyo de la Jefatura de Gobierno en las anteriores Delegaciones Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, actuales alcaldías, de la Ciudad de México.

<sup>10</sup> Reconocido por la Cámara de Comercio Servicios y Turismo de la Ciudad de México (CANACO, 2021).



Popocatepetl, a través del escurrimiento principal proveniente de Amecameca, además de contar con ojos de agua ubicados al sur del antiguo islote.

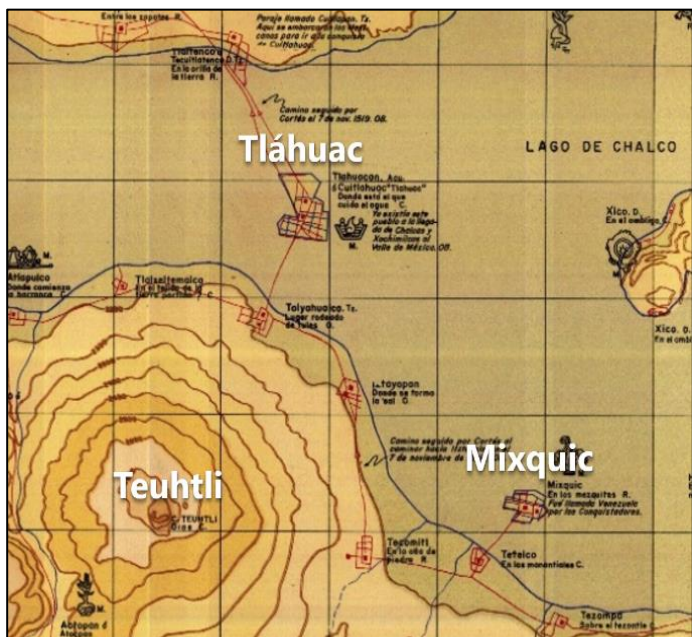


Figura 6. Extracto de reconstrucción de Tenochtitlán al comienzo de la conquista en 1519 por Luis González Aparicio (1968).

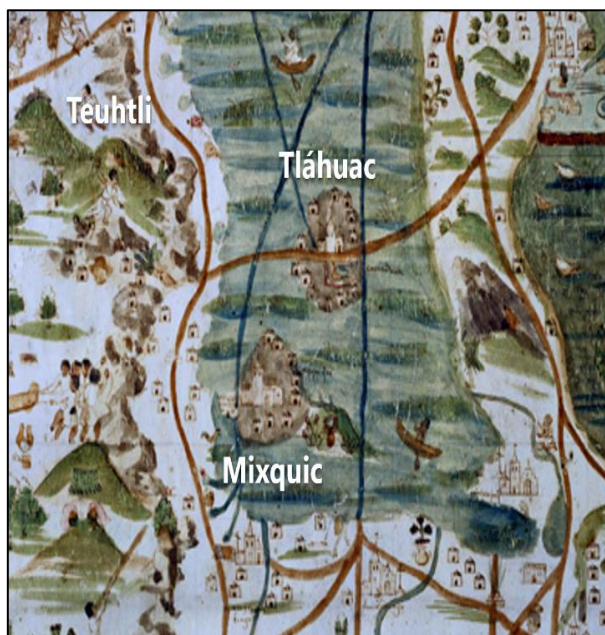


Figura 7. Extracto del Mapa Upsala Ciudad de México en 1555 de Santa Cruz Alonso.



Figura 9. Extracto de Carta Corográfica del Distrito Federal de 1899 de la Secretaría del Fomento por Manuel Fernández Leal.



Figura 10. Extracto de la Carta Corográfica del Distrito Federal de 1877.

Durante el siglo XX, un suceso importante fue la expedición de la Ley de Organización Política y Municipal del Distrito Federal en 1903 (Ortiz, 1911), por Porfirio Díaz; esto dividió a la entidad en trece municipalidades. Esta ley les quitó el carácter de municipalidad a los pueblos de Tláhuac y una parte de Milpa Alta, para quedar incluida dentro de la municipalidad de Xochimilco.

En la década de los años cuarenta del siglo XX comienza con la construcción de pozos para la extracción del agua de Mixquic y para los años sesenta el pueblo ya no contaba con ojos de agua que los retroalimentaran, por lo que iniciaron las desecaciones paulatinas que se presentan hasta la fecha (Olivares, 2007). Para ese entonces población era de 2,552 habitantes<sup>11</sup> (Ver tabla 1), su distribución se demuestra en las fotografías aéreas utilizadas en esta investigación. En la década de los años cincuenta, la localidad aún contaba con un paisaje agrario chinampero fuera de lo común en la actualidad. Por lo que es evidente que la población aprovechara este espacio para la producción local de alimentos y, por ende, preservar el sistema de cultivo por su valor productivo. En 1956, el fotógrafo Ignacio López Bocanegra supo representar la visión general que compone al paisaje urbano y chinampero de Mixquic, en sus capturas se puede apreciar la vida cotidiana y rural del centro del poblado, momento idóneo para observar, con claridad óptica, un lejano horizonte hacia las montañas y el cielo en la zona sur de la Cuenca de México (Ver fotografía 1). Por otro lado, en la zona chinampera se observa la intención del autor por retratar las características particulares de diferentes islotes, esto con el fin de demostrar la variedad y complejidad del agroecosistema chinampero en áreas diversas. Es interesante ver la abundancia de árboles presenten en cada islote, la inclinación de algunos con dirección hacia los cuerpos de agua que estaría ligado a la erosión de la chinampa por el flujo del agua (Ver fotografía 2). Por otro lado, la composición de cada chinampa que se diferencia una de otra y parte de la red canalera que asemeja más a una variedad de cuerpos de agua que a canales lineales (Ver imágenes 3 y 4).

<b>Incremento de población en San Andrés Mixquic</b>									
<b>Año</b>	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
<b>Habitantes</b>	2,552	3,364	4,285	6,045	7,979*	9,850	11,739	13,310	13,910

Tabla 1. Incremento de la población de San Andrés Mixquic entre 1940 y 2020. Elaboración propia con datos del INEGI (2020). \*Aproximación propuesta por falta de datos.

<sup>11</sup> Retomado del Censo General de Población, a través de la Dirección General de Estadística, SIC y Felipe Olivares, (2007).

Para el 2020, la localidad presenta problemas territoriales debido al crecimiento de asentamientos humanos irregulares en su periferia inmediata, un cambio generacional en la población donde las nuevas generaciones evitan trabajar las tierras agrícolas de las chinampas y en contraparte prefieren ocuparlas, esto provocó con ello procesos de ocupación irregular al construir viviendas sobre las mismas<sup>12</sup>; esto produce que el suelo, anteriormente muy productivo, pierda su vocación agrícola, unas chinampas se urbanizan, mientras que otras aunque mantengan actividades productivas, estas no sean tan rentables al disminuir su producción<sup>13</sup>. El resultado de la falta de gestión territorial sobre el poblado se refleja en el



Fotografía 1. Zona urbana, en aquel momento rural en su totalidad, de San Andrés Mixquic (López, 1956).



Fotografía 2. Arbolado de la zona chinampera de San Miguel (López, 1956).



Fotografía 3. Cuerpos de agua de la zona chinampera de San Agustín (López, 1956).

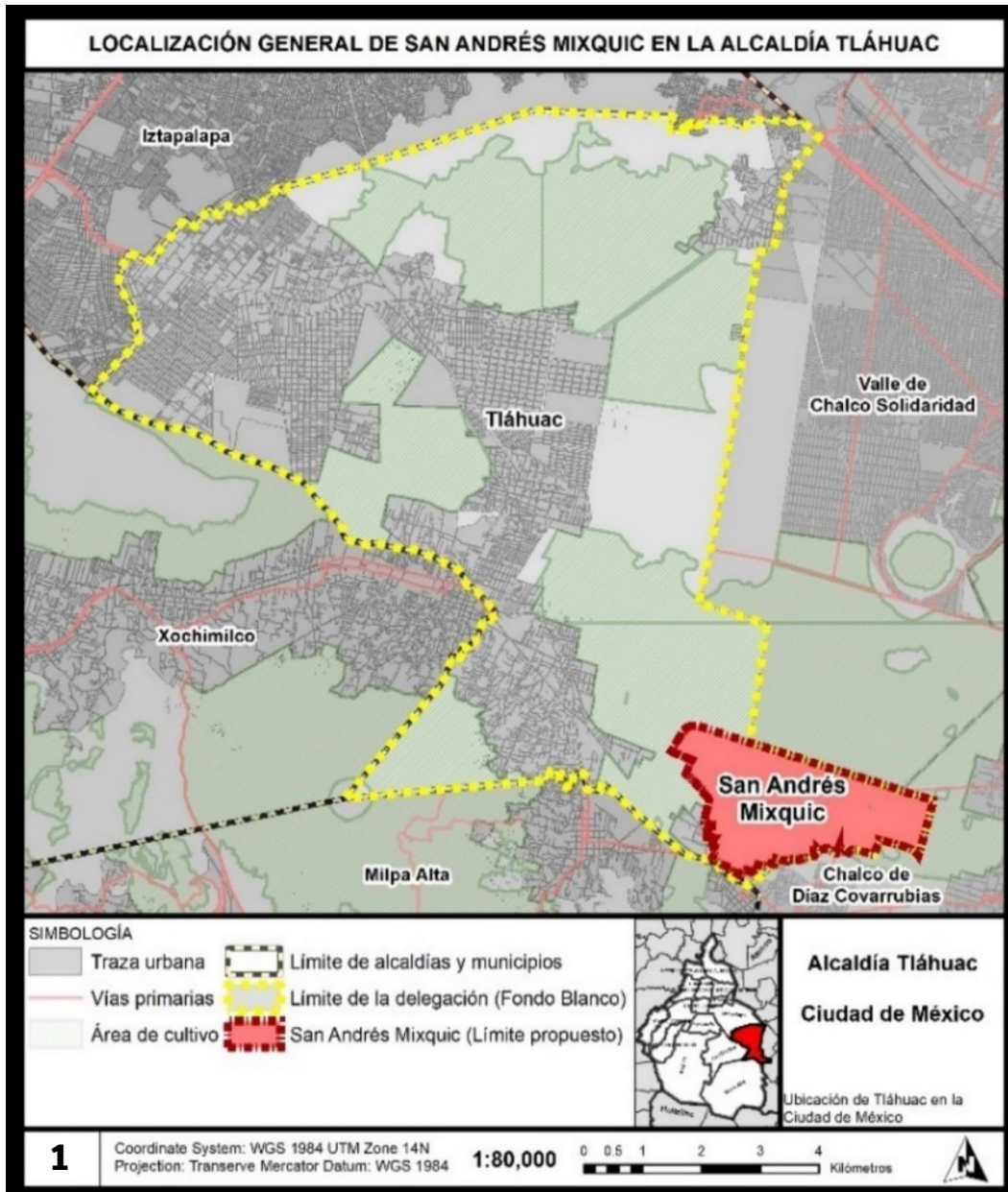


Fotografía 4. Canoa en canal en la zona chinampera de San Miguel (López, 1956).

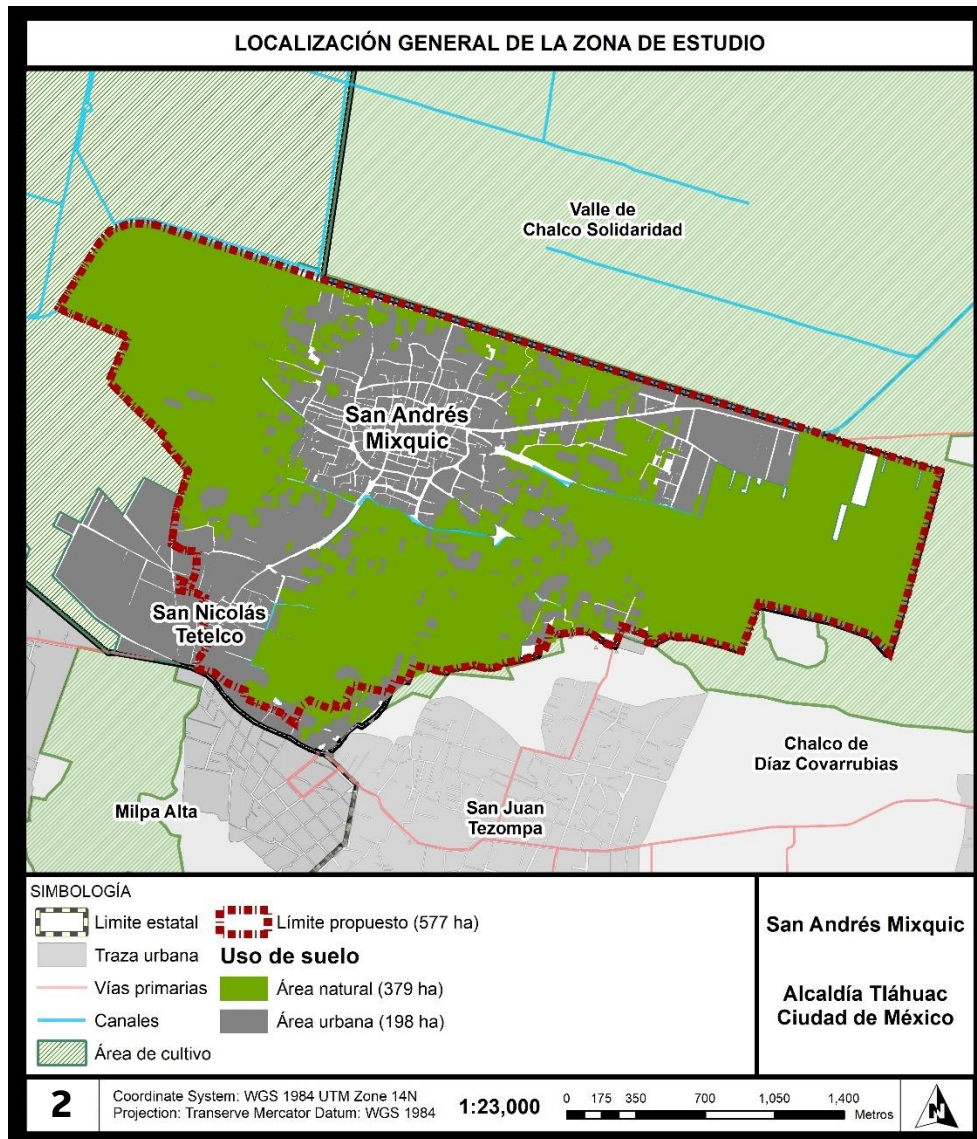
<sup>12</sup> Fenómeno producido desde la década de los años noventa. Década relacionada al dato de población con relación a 1970 y 1980.

<sup>13</sup> Árboles, tierra, canales con agua, disposición de suelo para cultivo.

perímetro urbano en su traza, ya que no cuenta con un ordenamiento adecuado para la buena calidad de vida de los habitantes de asentamientos irregulares. La división entre grupos chinamperos ha impedido que se den oportunidades de mercado para aumentar el valor económico a la producción local. La población para el año 2020 es de 13,910 habitantes. El número de viviendas dentro del polígono es de 3,191, esto al contar las ubicadas en los asentamientos humanos irregulares en cada uno de los barrios originarios. La densidad poblacional es de 2,799 hab/m<sup>2</sup>.



Mapa 1. Localización general de la zona de San Andrés Mixquic dentro de la alcaldía Tiáhuac para el año 2020. Elaboración propia con datos INEGI, 2020.



Mapa 2. Localización general de la zona de estudio y su distribución de uso de suelo para el año 2020. Elaboración propia con base en levantamientos de campo y datos INEGI para las delimitaciones generales.

Igualmente, para el año 2020, el uso de suelo en San Andrés Mixquic demuestra el crecimiento desmedido de la urbanización, mismo fenómeno ocurrido en el poblado vecino, San Nicolás Tetelco; ya que el resto de su área de cultivo, de manera histórica, forma parte de Mixquic. Por lo que, esto refuerza la decisión de haber propuesto una delimitación que tomara en cuenta parte de ese poblado originario. Al considerar ambas localidades, el área urbana es de 198 hectáreas, mientras que el área natural (cultivos, chinampas, baldíos, canales) es de 379 hectáreas. Al sumar dichas cifras el límite propuesto cuenta con 577 hectáreas.

## Ambiente próximo

San Andrés Mixquic se ubica en el límite sur de la alcaldía Tláhuac de la Ciudad de México, sobre el llamado eje Neo volcánico, sus coordenadas son 19°13' latitud norte y 98°58' longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 2,240 metros (Ver anexo II), colinda al norte con valle de Chalco, al sur con San Nicolás Tetelco de la misma alcaldía, al sureste con el Estado de México y posteriormente al suroeste con la alcaldía Milpa Alta. Por el lado norte de la comunidad se tiene comunicación con el Valle de Chalco y la Avenida Tláhuac, a través de un camino de terracería denominada Calzada General que atraviesa la zona de cultivos hasta el entronque con la carretera Mixquic-Chalco, cerca de la laguna Tláhuac-Xico (Ver fotografía 5) a la altura del pozo de rebombeo "Paso del Toro". La mayor superficie agrícola de riego dentro de la alcaldía Tláhuac corresponde a Mixquic, lo que quiere decir que dicho pueblo es uno de los pocos poblados originarios donde se practica la agricultura dentro de la Ciudad de México.



*Fotografía 5. Límite urbano de la localidad junto a la zona chinampera de San Andrés Mixquic. De fondo se aprecia la Sierra de Santa Catarina. Hacia esa dirección se encuentra la laguna Tláhuac-Xico. Fuente: Propia, 2022.*

Hacia el noreste se tiene comunicación hacia el Municipio de Chalco y la carretera México-Puebla a través de la carretera Mixquic-Chalco y por la parte suroeste se comunica con los diversos poblados de la delegación de Tláhuac, Milpa Alta, Xochimilco; estas vías de comunicación son transitables todo el año y su estado físico es aceptable ya que reciben mantenimiento periódico en todos los casos.

## Características del agroecosistema chinampero

La zona chinampera de Mixquic y Tetelco, cuenta con una superficie aproximada de 368 hectáreas respectivamente. En este tipo de ecosistema su principal elemento es el agua que se obtiene principalmente por el rebombado de agua tratada del Cerro de la Estrella y por agua de lluvia en temporada alta. El elemento principal de la vegetación son las plantas acuáticas presentes en los cuerpos de agua y áreas anegadas; otro tipo ubicados a la orilla de los canales, lagunas y humedales (Ver fotografía 6). Sin embargo, para el estudio se tomó en cuenta tres elementos fundamentales que se consideran particulares de la zona chinampera: Islote, arboles (ahuejotes<sup>14</sup> en su mayoría) y cuerpos de agua (canales, áreas anegadas y espejos de agua distribuidos por la zona) (Ver Anexo III). Por otro lado, detectar otros elementos como las viviendas y canoas también han formado parte del análisis. La zona de estudio, a pesar de contar con una división de cuatro zonas chinamperas (San Agustín, San Miguel, Los Reyes y San Bartolomé), el perfil histórico, por su escala, se generalizó a una sola por el grado de complejidad que implica revisar cada zona en particular.



*Fotografía 6. Grupo de árboles del agroecosistema chinampero de San Andrés Mixquic en el límite con el municipio de Chalco del Estado de México. Mismo punto donde comienza la distribución del agua trata proveniente de la planta de tratamiento Cerro de la Estrella. Fuente: Propia, 2022.*

<sup>14</sup> El tipo de árbol predominante en la zona chinampera, considerado monumento urbanístico (CONABIO, 2020).

## **Capítulo IV. Una propuesta metodológica para la construcción de datos históricos de un agroecosistema chinampero**

El universo de estudio para realizar la recopilación de datos estaría conformado por el centro urbano, chinampas y ejido de San Andrés Mixquic y una parte de San Nicolás Tetelco, el cual corresponde a 577 hectáreas. Esto debido, como se mencionó anteriormente, a la relación territorial y productiva de manera histórica que comparten al inicio de la temporalidad establecida desde 1940.

El tipo de investigación ha sido documental<sup>15</sup> y partió de la observación del territorio<sup>16</sup>, ya que no habría una intervención directa con los acontecimientos del sitio, pero si haber obtenido información a través de la observación para determinar la evolución territorial medio ambiental de los eventos involucrados en la zona de estudio. Por otro lado, es de secuencia temporal longitudinal<sup>17</sup>, porque se propone una temporalidad específica del proceso evolutivo de la zona de estudio.

### **Diseño de la investigación**

Para comprobar la hipótesis, así como los objetivos planteados en la introducción, se propuso desarrollar un perfil histórico de la zona de estudio con relación al uso de suelo al partir de la traza urbana y relacionarlo con las áreas agrícolas que lo rodean. El desarrollo de la metodología, mediante la propuesta de un método<sup>18</sup> apoyado en dos etapas: trabajo de campo y elaboración del perfil histórico, ambos para obtener solo datos cuantitativos<sup>19</sup> relacionados a la superficie de vegetación, traza urbana, zona agrícola, cuerpos de agua, islotes, asentamientos humanos irregulares. También, se procesaron los datos obtenidos mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica<sup>20</sup> con la herramienta especializada en

---

<sup>15</sup> Retomado de Rojas (2005: 153) para ocupación de fuentes electrónicas.

<sup>16</sup> Sobre la comprensión del caso (Stake, 1999).

<sup>17</sup> Visser (Bono & Arnau, 2008) lo define como la examinación de cambios producidos en el tiempo en una misma muestra.

<sup>18</sup> El método es el conjunto de pasos y etapas que debe cumplir una investigación (Hernández, 2014).

<sup>19</sup> El dato hace referencia a la generación de información que se desprende del procesamiento del SIG a través del uso aplicado de puntos, líneas y polígonos en la construcción del análisis territorial. Que tienen como propósito hacer una construcción de la realidad.

<sup>20</sup> Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema para explorar y clasificar la Tierra y otras áreas geográficas con el fin de mostrar y analizar información espacialmente referenciada. Este trabajo se realiza principalmente en el campo de la cartografía (Moreno, 2008:8).



cartografía digital *Arcmap* del grupo de software *ArcGIS*<sup>21</sup>. La primera etapa, de trabajo de campo, se optó por utilizar una cédula de captura de datos<sup>22</sup> con el fin de capturar los elementos percibidos en el sitio. La segunda etapa, relacionada al uso de la técnica<sup>23</sup> de fotointerpretación<sup>24</sup> y clasificación de imagen<sup>25</sup> se optó por el uso de imágenes históricas (aerofotos) de la zona de estudio, obtenidas del Fondo Aerofotográfico de Ingenieros Civiles Asociados (ICA)<sup>26</sup>, ortofotos del archivo histórico del INEGI<sup>27</sup> y aerofotos del archivo digital de *Google Earth*<sup>28</sup>. El tercer proceso fue la elaboración de cartografía temática<sup>29</sup> para una posterior interpretación de resultados y así generar las conclusiones finales (Ver esquema 1).



---

<sup>21</sup> El programa informático ArcGIS es un software en el campo de los sistemas de información geográfica (Moreno, 2008: 6).

<sup>22</sup> De elaboración propia para el estudio.

<sup>23</sup> Técnica es el conjunto de instrumentos en el cual se efectúa el método (Hernández, 2014).

<sup>24</sup> La fotointerpretación de imágenes se centra principalmente en identificar varios objetos que aparecen en imágenes aéreas. Implica el estudio, análisis e interpretación de fotografías aéreas para identificar objetos, determinar sus tipos, propiedades, limitaciones y relaciones con el entorno y signos circundantes (cambios en la escala de grises, tonos y sombreados) (Quirós, 2011), esto con la finalidad de obtener una representación visual que explique las características preliminares del territorio.

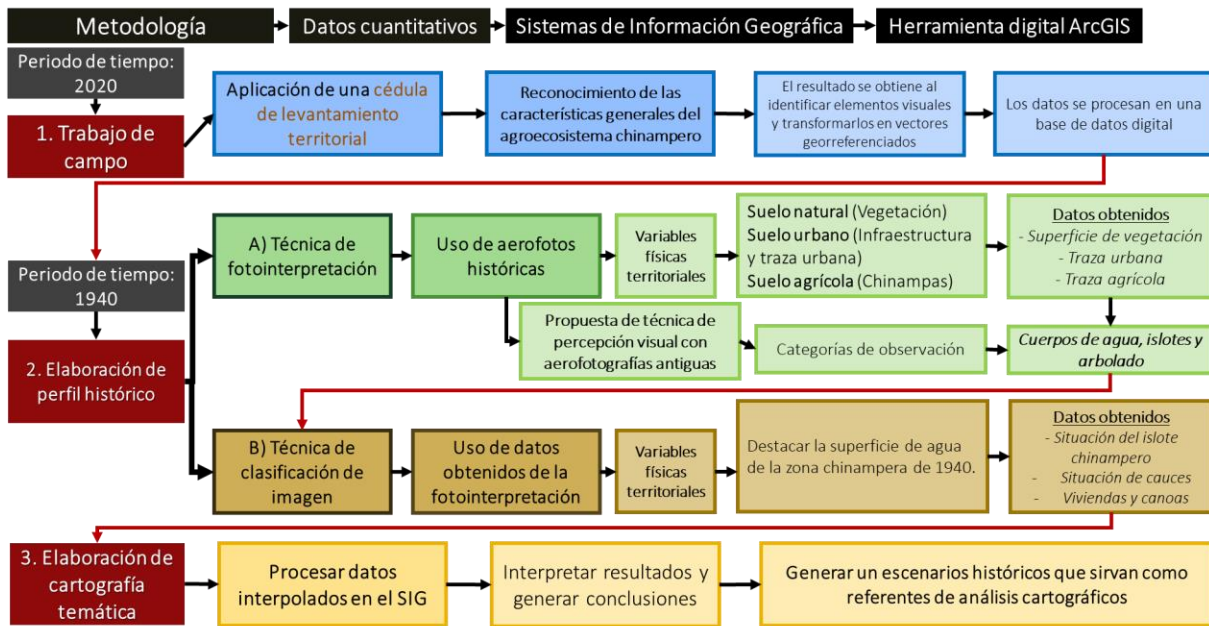
<sup>25</sup> Técnica de los SIG para extraer información general o particular de una imagen ráster (en este caso, una aerofoto), y convertirla en un polígono funcional que aporte datos en la construcción de la cartografía digital.

<sup>26</sup> Anteriormente el acervo histórico era propiedad de la antigua compañía de Compañía Mexicana Aerofoto, S. A. de C. V.

<sup>27</sup> Representaciones generales a manera de aerofotos de baja calidad del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

<sup>28</sup> Sistema de Información Geográfica que muestra un mosaico de imágenes terrestres en diferentes periodos de tiempo y cuenta con información adicional como sitios importantes, polígonos urbanos y naturales, relieve tridimensional, entre otros.

<sup>29</sup> Para el análisis y comparación de la evolución territorial según Salishev (1990).



Esquema 1. Elaboración propia con base en la metodología empleada para el desarrollo de los resultados de la investigación.

Levantamiento de campo: Para la caracterización agroecosistema chinampero, se recurrió a realizar recorridos al partir de los cuatro barrios originarios del centro del poblado y uno más reciente adjunto hacia el este del mismo; también en la zona chinampera que rodean al poblado; y un sector de área urbana que pertenecen al poblado de San Nicolás Tetelco. La recopilación visual de datos en todos los sectores se realizó mediante captura de fotografía y video, notas de observación y el uso de cédulas de levantamiento para las anotaciones territoriales de identificación de los elementos estructurales y caracterización del paisaje cultural y área urbana. Dicha información obtenida en campo, complementó la información del último periodo de tiempo establecido —año 2020— con el fin de generar mapas temáticos que demuestren los resultados visuales del diagnóstico y comparar con datos más precisos entre los años propuestos.

Para la primera etapa se utilizó la cédula de levantamiento como una herramienta de percepción visual para comprobar el estado físico del agroecosistema chinampero en la zona de estudio. Dicha información fue utilizada para apoyar el trabajo de fotointerpretación de la imagen aérea que corresponde al año 2020. La cédula consta de dos apartados, uno hace referencia a las características particulares de la chinampa; el segundo, es la sección de notas

para anotaciones no contempladas en la cédula (Ver anexo IV); aunado a esto, se encuentra subdividido en más incisos que serán descritos a continuación:

#### A) Características de la chinampa

- Número de Chinampas: Registro numérico para el control estadístico general de la información correspondiente por chinampa.
- Estado de actividad: Determinar si el islote o suelo agrícola se encuentra en producción o carece de dicha actividad.
- Número de cauces: Para determinar si el islote cuenta con canales en su perímetro inmediato. Se establece un rango del uno al cuatro para las chinampas ordinarias<sup>30</sup> y de cinco o más canales para las chinampas que cuentan con un perímetro irregular.
- Estado de cauces: Toma en cuenta la situación física del canal o cuerpo de agua. Se consideran cuatro categorías: Navegable: Si no existen elementos (basura, vegetación densa) que impidan la movilidad de las canoas que transportan la mercancía producida en la zona chinampera. Obstruido: Si el tramo del canal, en su espejo del agua, cuenta con elementos (basura, vegetación densa) que impidan que impidan la movilidad de las canoas. Cegado: Si el canal no cuenta con agua, pero este mantiene su conducto artificial. Seco: Si ya no mantienen el conducto artificial y ahora es un camino; por lo regular los canales cegados se identifican por los árboles junto a ellos.
- Número de árboles: Dato para comparar el total del arbolado (sin importar su tipo) del año 2020 con relación a 1940. Por lo regular, el árbol en la zona chinampera es el ahuejote.
- Chinampas anegadas: Islotes/áreas que cuentan con un estado de anegación por agua. Sin importar su tirante<sup>31</sup>.

Chinampas habitadas: Con el fin de reconocer las viviendas en la chinampa. Esto con el fin de realizar una comparación del año 2020 con relación a 1940. La generación de este dato aporta información relacionada al límite de la zona chinampera en contraste a la traza urbana.

---

<sup>30</sup> Por lo general las chinampas se encuentran rodeadas por cuatro canales para formar un islote; ya que, la característica actual de una chinampa está relacionada a la figura de un rectángulo

<sup>31</sup> Nivel de profundidad por debajo del espejo de agua.

Para la investigación se utilizaron 34 cédulas<sup>32</sup>, para cubrir toda la zona chinampera de la zona de estudio. Dichos datos fueron importantes para generar el mapa cartográfico con relación al perfil histórico (Ver anexo V). Se realizaron cuatro levantamientos de campo para cubrir el área total propuesta y se generó un archivo fotográfico (Ver anexo VI) y otro con vuelos de dron<sup>33</sup> para reconocer la dimensión general del agroecosistema chinampero desde diferentes ángulos de observación e identificación (Ver anexo VII).

### **Técnica de fotointerpretación**

En esta primera etapa Para desarrollar el perfil histórico, mediante la técnica de fotointerpretación, fue necesaria la digitalización cartográfica para poder representar a la zona propuesta de estudio en una mesa de trabajo virtual, se decidió utilizar cuatro aerofotos históricas, tres que corresponden al periodo 1940 y uno al año 2020. Ya que, son una evidente fuente visual real e irrefutable de la situación territorial del área de estudio al momento de realizar un análisis geoespacial. El uso de este método está limitado a las condiciones físicas de la fotografía. Ya que, al ser una imagen monocromática (en este caso blanco y negro) y carecer de bandas espectrales que aún no existían para la época en que fue realizada la toma, la percepción de los elementos fue mediante la observación directa (objetos individuales). Aunado a esto, la escala para la observación constante de las aerofotos fue muy particular (1:250-1:600); esto debido a dificultad que implicó dicha observación. La cartografía de las características físicas del suelo —superficie de vegetación, traza urbana, zona agrícola, cuerpos de agua— se resaltaron a través de la fotointerpretación digital, mediante el uso del software *Arcmap*, el cual consistió en identificar, el trazo de líneas, puntos y polígonos, cada uno de los elementos que involucren al territorio y haber resaltado los más representativos como objetos de interés mayor<sup>34</sup>.

Los pasos a seguir para desarrollar el trabajo cartográfico en la investigación fueron los siguientes:

---

<sup>32</sup> Cada cédula de captura de datos podía cubrir un grupo de 20 chinampas.

<sup>33</sup> Vehículo aéreo no tripulado, en este caso, con una cámara incorporada para la captura de imágenes a diferentes alturas y perspectivas oblicuas.

<sup>34</sup> El nivel de detalle a observar es tal que es posible compararlo a las fotointerpretaciones que realiza la NASA con las imágenes obtenidas de los telescopios espaciales fuera de la tierra (Ver anexo VIII).

Construcción de la mesa digital de trabajo: Hacer uso de los Sistemas de Información Geográfica con el programa de computadora *Arcmap*, para el uso de la técnica de fotointerpretación (Ver figura 11).

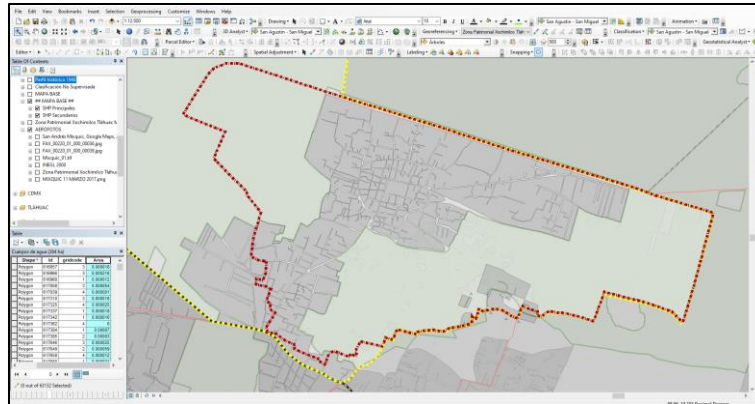


Figura 11. Mesa de trabajo en la plataforma *Arcmap* en su versión 10.8.

Aerofotografía histórica: Utilizado para apoyar al diagnóstico histórico del sitio y ambiente próximo de manera cronológica. El desarrollo tuvo dos momentos de temporalidad con una diferencia en ochenta años —1940 y 2020—. Este intervalo resaltó de manera contundente el proceso de transformación territorial del agroecosistema agrícola del asentamiento. La escala de trabajo preliminar se ajustó en 1:1,000, con el fin de detectar las características espaciales del agroecosistema chinampero y su relación con el resto del territorio. De igual manera, se recurrió el material fotográfico histórico —digital y físico— de la década de 1940 del Fondo Aerofotográfico de la Fundación ICA (Ver figura 11). Por último, se aprovechó el acervo digital de imágenes históricas que ofrece el programa *Google Earth* con el fin de hacer un levantamiento digital del territorio en diferentes años (Ver figura 12).

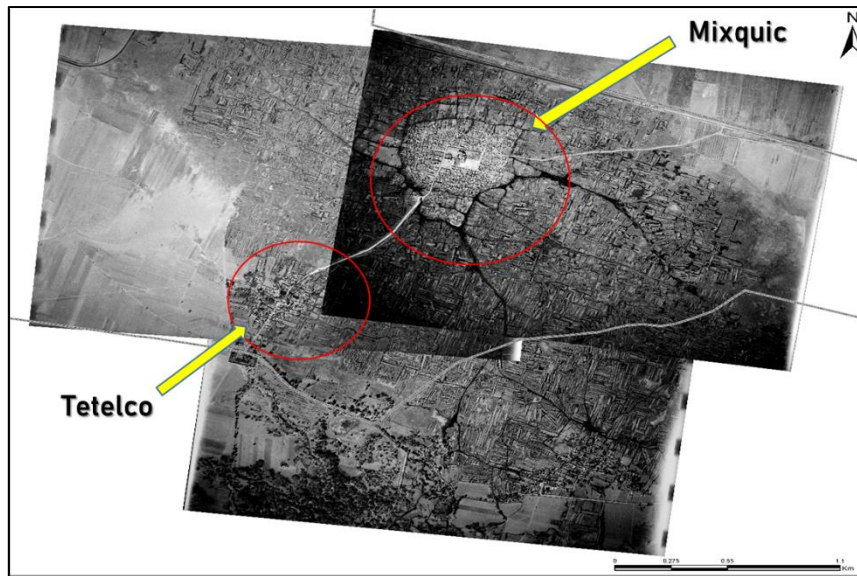




*Figura 12. Aerofoto de San Andrés Mixquic de 1940, consultado del Fondo Aerofotográfico de la Fundación ICA.*



*Figura 13. Aerofoto de San Andrés Mixquic de 2020, consultado del programa Google Earth.*



*Figura 14. Mosaico de aerofotos georreferenciadas de 1940, consultado del Fondo Aerofotográfico de la Fundación ICA.*

Para identificar los elementos físicos del territorio en una zona de cultivo se tomaron en cuenta las siguientes características:

**Suelo urbano**

Calles/avenidas, vivienda, infraestructura urbana, áreas verdes, baldíos.

**Suelo Natural**

Áreas de cultivo, canales de riego, arbolado, canales/escurremientos, senderos/caminos.

**Propuesta de análisis visual como técnica de apoyo en la fotointerpretación**

Como el material fotográfico que corresponde al siglo XX se encuentra en una calidad de color monocromático, fue necesario realizar una propuesta a manera de técnica de apoyo en la fotointerpretación para el análisis visual mediante fotografías policromáticas y monocromáticas. Esto con el fin de crear un orden de observación de análisis e identificación de elementos sobre el territorio mediante una imagen aérea muy antigua. La propuesta planteada ayudó a comprender y familiarizarse con el territorio observado, además de comprobar el estado físico del agua y el área para suelo de cultivo.

También se planteó separar en dos apartados la prioridad de análisis en la fotointerpretación. La lista de elementos identificados por orden al analizar el mosaico aerofotográfico fue el siguiente:

#### Primer apartado

1. Área urbana
2. Área natural
3. Caminos/Calles

#### Segundo apartado

1. Árboles
2. Islotes
3. Canales/cuerpos de agua
4. Vivienda en la chinampa

Donde la generación de los polígonos de área urbana, natural y caminos fueron los apartados más sencillos de generar por la evidencia visual que representaba en el mosaico de 1940. Sin embargo, en el segundo apartado, la observación se volvió mucho más compleja de lo esperado. Es por esto mismo, la razón principal por la que fue necesaria la generación de esta técnica como un modelo de análisis particular para el reconocimiento de un agroecosistema chinampero.

El primer elemento a reconocer fue el cuerpo de agua, ya que, a partir de su delimitación, el resto de características se obtendrían bajo una vista más cómoda al momento de observar la fotografía. Sin embargo, los árboles fueron los primeros en ser identificados sobre el mapa, ya que, el reconocer primero este elemento sirvió como delimitador entre el islote y el cuerpo de agua. Después se representaron los islotes, según el criterio de acumulación y posicionamiento de cada árbol sobre el mapa. Al final, con los polígonos de los islotes y resto del primer apartado, fue más sencillo representar los cuerpos de agua en todo el territorio. Para reconocer la superficie del agua en una fotografía blanco y negro, se propusieron cuatro categorías de observación directa, según el estado de visual del cuerpo de agua:

1) Visible: Cuerpo de agua sin aglomeración de vegetación sobre el espejo superficial. Es posible observar flora en las laderas de los canales, además de canoas de chinamperos (Ver figuras 15 y 16, y fotografías 7-9).



2) Semi visible: Cuerpo de agua con aglomeración poco densa de vegetación sobre el espejo superficial. Es posible observar flora sobre los canales, sin embargo, no obstruye el paso de canoas y corriente del cauce (Ver figuras 17 y 18, y fotografías 10-12).

3) Semi oculto: Cuerpo de agua con aglomeración densa de vegetación sobre el espejo superficial. Es posible observar flora de mayor tamaño sobre el canal, sin embargo, es visible el límite entre el cauce y tierra firme (Ver figuras 19 y 20, y fotografías 13-15).

4) Oculto: Cuerpo de agua con aglomeración totalmente densa de vegetación sobre el espejo superficial. Es posible observar flora de gran tamaño sobre el canal; en esta categoría es la más complicada para determinar el límite entre el cauce y tierra firme (Ver figuras 21 y 22, y fotografías 16-18).

Adicionalmente, se plantearon modelos de análisis y reconocimiento para las chinampas que contaban con una actividad productiva. Derivado de una observación preliminar del mosaico en 1940, se clasificaron las chinampas activas en tipo 1 (Ver figuras 23 y 24, y fotografías 19-21), tipo 2 (Ver figuras 25 y 26, y fotografías 22-24), y tipo 3 (Ver figuras 27 y 28, y fotografías 25-27). Para el caso de las chinampas que carecían de una producción en ese momento, se clasificaron en tipo 1 (Ver figuras 29 y 30, y fotografías 28-30) y tipo 2 (Ver figuras 31 y 32, y fotografías 31-33).

Se establecieron muestras de análisis para la identificación de elementos más puntuales como árboles (Ver figuras 33 y 34, y fotografías 34-36), áreas o chinampas anegadas (Ver figuras 35 y 36, y fotografías 37-39), viviendas (Ver figuras 37 y 38, y fotografías 40-42) y canoas (Ver figuras 39 y 40, y fotografías 43-45).

## Descripción visual para la categoría visible.

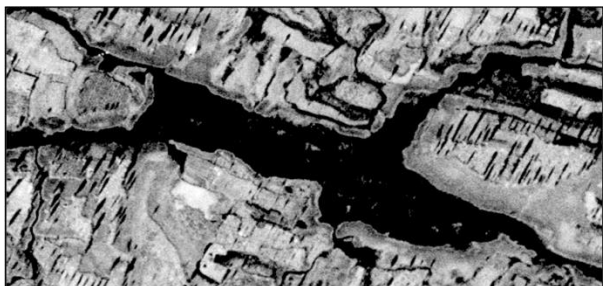


Figura 15. Ejemplo de cuerpo de agua para la categoría visible con una superficie libre de elementos que obstruyan su identificación cartográfica. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).

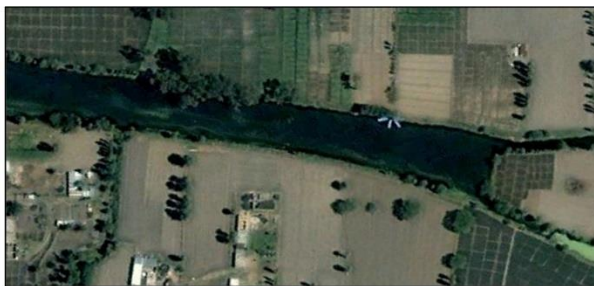
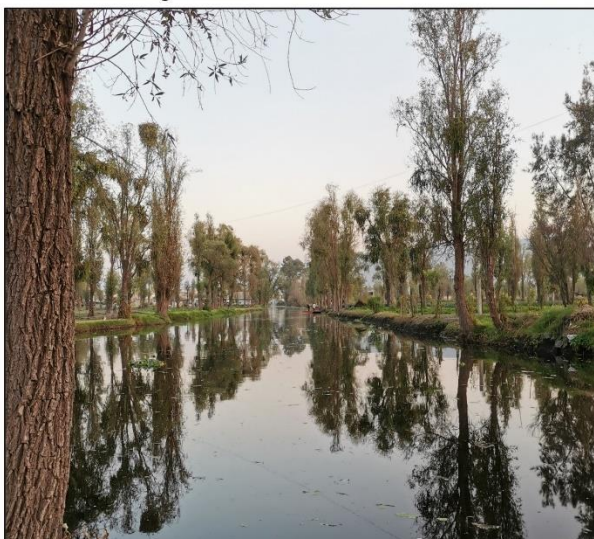


Figura 16. Ejemplo de cuerpo de agua para la categoría visible con una superficie libre de elementos que dificulten su identificación cartográfica. Imagen aérea del año 2005 tomada de Google Earth.



Fotografía 7. Canal de la zona chinampera de San Miguel en los años setenta, se aprecia un espejo de agua libre de lirio acuático o vegetación diversa. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 8. Canal de la zona chinampera de Los Reyes y San Agustín, el espejo de agua se encuentra libre de lirio acuático o vegetación diversa. Fuente: Propia, 2021.



Fotografía 9. Vuelo aéreo sobre los canales de la zona chinampera de San Miguel para reconocer las superficies de agua libres de lirio acuático o vegetación diversa. Fuente: Propia, 2022.

## Descripción visual para la categoría semi visible.



Figura 17. Ejemplo de cuerpo de agua para la categoría semi visible donde se destacan algunos elementos que dificulten la identificación cartográfica, como el lirio acuático. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 18. Ejemplo de cuerpo de agua para la categoría semi visible donde se destacan algunos elementos que dificulten la identificación cartográfica, como el lirio acuático disperso. Imagen aérea del año 2016 tomada de Google Earth.



Fotografía 10. Canal de la zona chinampera de San Miguel en los años setenta, se aprecia un espejo de agua con vegetación diversa. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 11. Canal de la zona chinampera de San Miguel, donde se aprecia el lirio acuático sobre el espejo de agua; sin embargo, es notorio el límite entre el islote y el canal. Fuente: Propia, 2021.



Fotografía 12. Vuelo aéreo sobre el canal de la zona chinampera de San Miguel para reconocer las superficies de agua con lirio acuático o vegetación diversa. Se aprecia una canoa sobre una sección del canal con lirio. Fuente: Propia, 2022.

## Descripción visual para la categoría semi oculto.

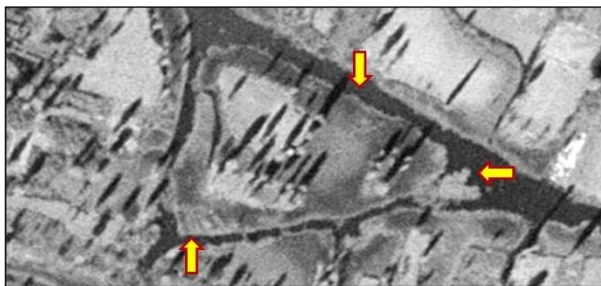


Figura 19. Ejemplo de cuerpo de agua para la categoría semi oculto donde se destacan elementos más complejos de vegetación que dificulta la identificación cartográfica. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 20. Ejemplo de cuerpo de agua para la categoría semi oculto donde se destacan elementos más complejos de vegetación que dificulta la identificación cartográfica. Imagen aérea del año 2022 tomada de Google Earth.



Fotografía 13. Canal de la zona chinampera de San Agustín en los años setenta, se aprecia un canal con vegetación diversa sobre la superficie de agua. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 14. Canal de la zona chinampera de San Miguel, es posible observar el lirio acuático en una etapa de crecimiento avanzado en la superficie del canal. Los árboles se vuelven apoyo en la identificación cartográfica. Fuente: Propia, 2021.



Fotografía 15. Vuelo aéreo sobre el canal de la zona chinampera de San Miguel para reconocer superficies de agua con lirio acuático en estado avanzado de crecimiento. No es posible identificar el espejo de agua, pero aún es notable. Fuente: Propia, 2022.

## Descripción visual para la categoría oculto.

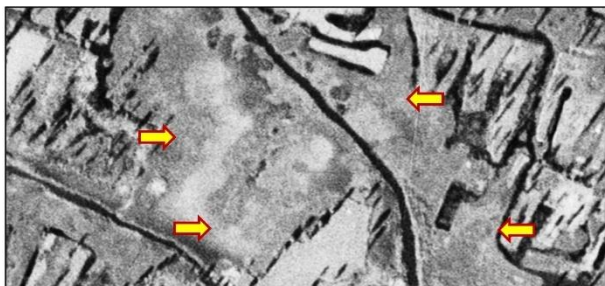
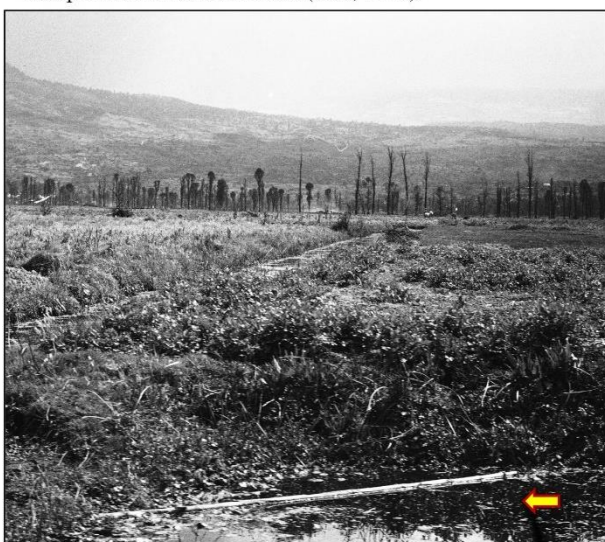


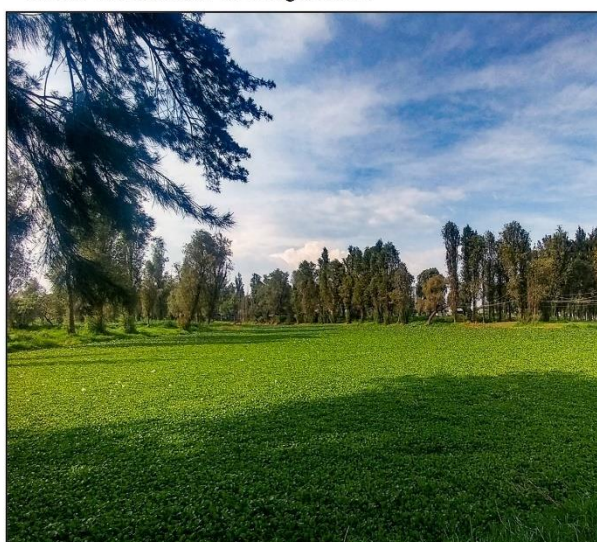
Figura 21. Ejemplo de cuerpo de agua para la categoría oculto donde se aprecia una vegetación bastante densa que dificulta mucho la identificación cartográfica. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 22. Ejemplo de cuerpo de agua para la categoría oculto donde se aprecia una vegetación bastante densa que dificulta mucho la identificación cartográfica. Imagen aérea del año 2022 tomada de Google Earth.



Fotografía 16. Área anegada con exceso de material vegetal sobre el espejo de agua, se pueden encontrar cúmulos de tierra pero estos no forman islotes. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 17. Cuerpo de agua con exceso de lirio sobre la superficie. A la distancia parece un espacio de tierra firme con vegetación. Percibir la aerofoto con esta característica requiere una observación particular y objetiva. Fuente: Propia, 2018.



Fotografía 18. Vuelo aéreo sobre varios canales de la zona chinampera de San Miguel para reconocer superficies de agua con lirio acuático en exceso. Además de no percibir el espejo de agua, la textura y tonos de color dificultan más la fotointerpretación. Fuente: Propia, 2022.

En cuanto al estado de productividad de la chinampa se optó por el siguiente modelo de reconocimiento visual. Donde se reconocieron tres tipos de cultivo en estado activo, los cuales serán descritos a continuación: Descripción visual de chinampa activa tipo 1.

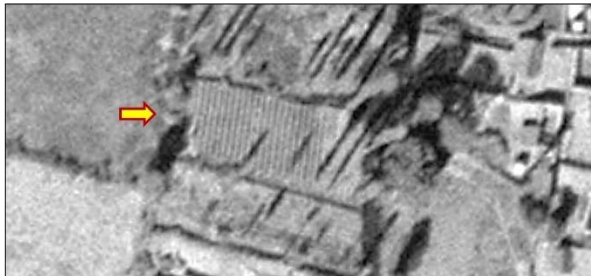
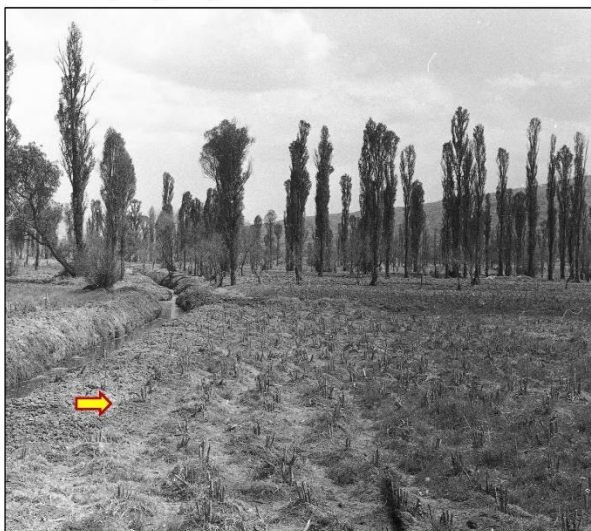


Figura 23. Ejemplo de cultivo tipo 1 de una chinampa activa de manera productiva. Se aprecia las franjas paralelas unas a otras en un islote. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 24. Ejemplo de cultivo tipo 1 de una chinampa activa de manera productiva. Al igual que en 1940, se observan dos colores que demuestran las franjas paralelas en el cultivo. Imagen aérea del año 2022 tomada de Google Earth.



Fotografía 19. Identificación de cultivo tipo 1 en la década de los setenta. Hay cierta semejanza con relación a la aerofoto de 1940. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 20. Identificación de cultivo tipo 1 en la actualidad. Hay similitudes forma física del islote con relación a lo visto en 1940. Fuente: Propia, 2022.



Fotografía 21. Identificación de un cultivo tipo 1 en la década de los 2010's. A diferencia de la fotografía de 1972, en esta ocasión el rizo es demasiado evidente, además de contar con una línea de ahuejotes a un lado. Fuente: Propia, 2018.

## Descripción visual de chinampa activa tipo 2.

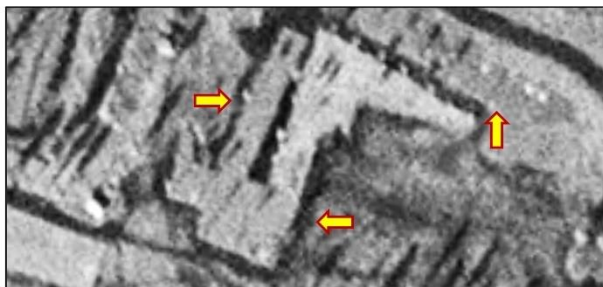


Figura 25. Ejemplo de cultivo tipo 2 de una chinampa activa de manera productiva. El color gris claro y oscuro, junto a la textura visible, sirven de apoyo para la identificación cartográfica. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 26. Ejemplo de cultivo tipo 2 de una chinampa activa de manera productiva. El color verde, junto a la textura visible, sirven de apoyo para la identificación cartográfica. Imagen aérea del año 2022 tomada de Google Earth.



Fotografía 22. Identificación de cultivo tipo 2 en la década de los setenta. Se aprecia una textura similar a la mostrada en la acrofoto de 1940. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 23. Identificación de cultivo tipo 2 en la actualidad. Es posible observar que ahora algunos islotes son más grandes pero mantienen la organización del cultivo con relación a lo visto en 1940. Fuente: Propia, 2022.



Fotografía 24. Identificación de un cultivo tipo 2 en la década de los 2010's. A diferencia de la fotografía de 1972, en esta ocasión la organización de la chinampa es más recta con relación a lo visto en 1972 y 1940. Pero mantiene su forma. Fuente: Propia, 2017.

### Descripción visual de chinampa activa tipo 3.

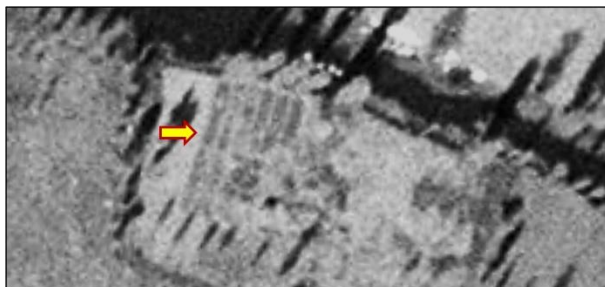


Figura 27. Ejemplo de cultivo tipo 3 de una chinampa activa de manera productiva. El color gris oscuro, sirve de apoyo para la identificación cartográfica. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 28. Ejemplo de cultivo tipo 3 de una chinampa activa de manera productiva. El color café, junto a la textura visible, refleja un suelo preparado para su futuro proceso de cultivo. Imagen aérea del año 2022 tomada de Google Earth.



Fotografía 25. Identificación de cultivo tipo 3 en la década de los setenta. Se aprecia una textura y color similar a la mostrada en la aerofoto de 1940. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 26. Identificación de cultivo tipo 3 en la actualidad. La preparación del suelo agrícola se nota bastante y el color café se mantiene presente al ser un suelo húmedo. Se entiende que para 1940 la situación era igual. Fuente: Propia, 2022.



Fotografía 27. Identificación de un cultivo tipo 3 en la actualidad. Se observa como hay ausencia de árboles en el horizonte, debido a la extensión que requiere este modelo de producción. Por lo que ahora se apoya de un sistema de riego independiente de los canales aledaños. Fuente: Propia, 2021.



## Descripción visual de chinampa inactiva tipo 1.

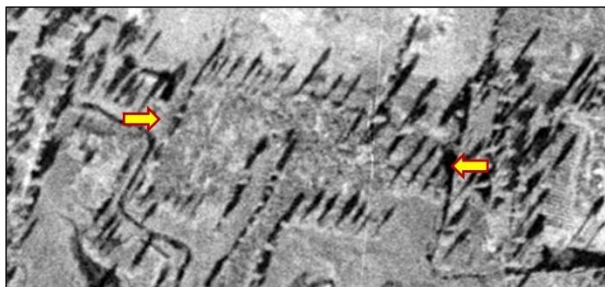


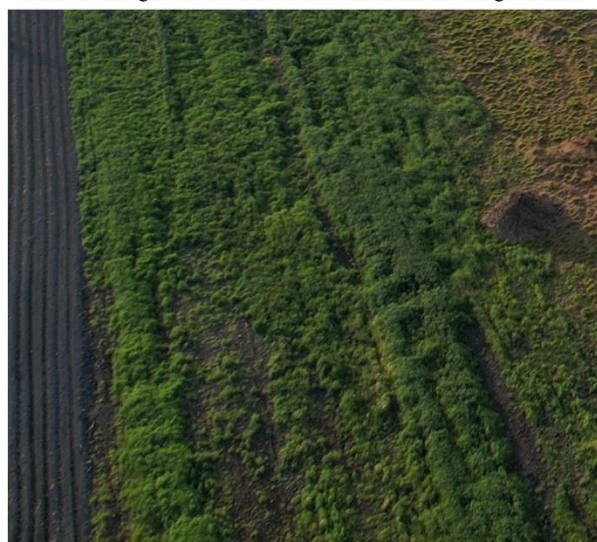
Figura 29. Ejemplo de una chinampa inactiva tipo 1 de manera productiva. Esto se nota por la textura de follaje que se aprecia a manera de colores varios y dispersos. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 30. Ejemplo de una chinampa inactiva tipo 1 de manera productiva. Es posible observar dos tonos, donde el verde esta compuesto por una textura a manera de follaje crecido. Imagen aérea del año 2022 tomada de Google Earth.



Fotografía 28. Identificación de una chinampa inactiva tipo 1 en la década de los setenta. Los tonos de color y la textura es similar a la mostrada en la aerofoto de 1940. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 29. Identificación de una chinampa inactiva tipo 1 en la actualidad. Ha sido necesario observar bien la textura y el tono verde, ya que al principio es sencillo confundirlo con un área de cultivo activa. Fuente: Propia, 2022.



Fotografía 30. Identificación de un área inactiva tipo 1 en la década de los 2010's. Se observa una abundancia de árboles en el horizonte, pero ausencia en el primer plano. Esto debido al abandono del campo por la falta de agua en esta zona, sin este recurso imposible cultivar. Por lo que ahora se apoya de un sistema de riego independiente de los canales alledaños. Fuente: Propia, 2018.

## Descripción visual de chinampa inactiva tipo 2.

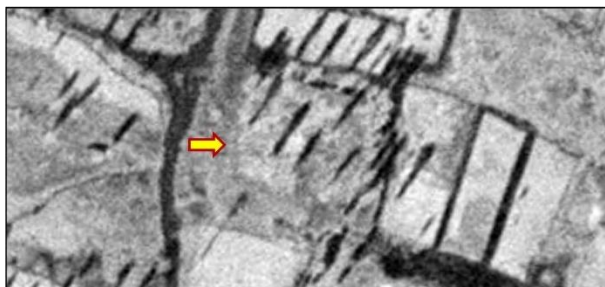


Figura 31. Ejemplo de una chinampa inactiva tipo 2 de manera productiva. Esto se nota por la textura de follaje de un color claro, debido a su estado seco o semi seco. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 32. Ejemplo de una chinampa inactiva tipo 2 de manera productiva. Es posible un tono café claro, debido al estado seco o semi seco por abandono o descuido del suelo. Imagen aérea del año 2022 tomada de Google Earth.



Fotografía 31. Identificación de una chinampa inactiva tipo 2 en la década de los setenta. El tono claro se percibe como lo mostrado en 1940. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 32. Identificación de una chinampa inactiva tipo 2 en la actualidad. Es evidente como la textura entre suelos activos y el área central son diferentes por su textura y características de actividad. Fuente: Propia, 2022.



Fotografía 33. Identificación de un área inactiva tipo 2 en la actualidad. Se observa una abundancia de árboles en el horizonte y primer plano; sin embargo, los islotes no presentan una actividad reciente de producción agrícola. Fuente: Propia, 2021.

## Descripción visual para la identificación de árboles.

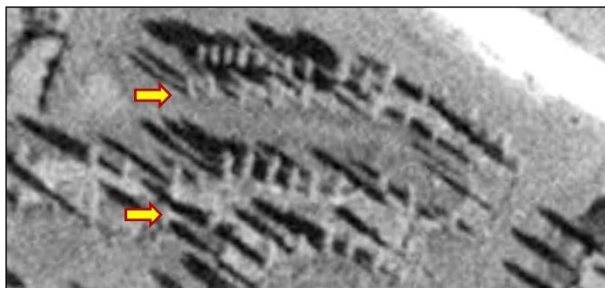


Figura 33. Ejemplo de identificación de árboles en los islotos. Debido a la baja calidad visual de la imagen, ha sido necesario apoyarse de las sombras. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 34. Ejemplo de identificación de árboles en los islotos en la década de los 2000's. Al igual que en el ejemplo de 1940, es necesario el apoyo visual de las sombras provocadas por cada árbol. Imagen aérea del año 2009 tomada de Google Earth.



Fotografía 34. Identificación de arboles (ahuejotes) en la década de los setenta. Se observa una gran abundancia de estos. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 35. Identificación de arboles (ahuejotes) en la actualidad. La altura de dichos ahuejotes, se mantiene con relación a lo visto en 1940. Por lo que esto es señal de la presencia de agua hasta ahora. Fuente: Propia, 2021.



Fotografía 36. Identificación de arboles (ahuejotes) en la actualidad. Es importante observar que en diversas áreas, la abundancia de árboles es evidente, sin embargo, también se aprecian islotos más grandes que en 1940 y 1972. Fuente: Propia, 2022.

## Descripción visual para la identificación de áreas o chinampas anegadas.

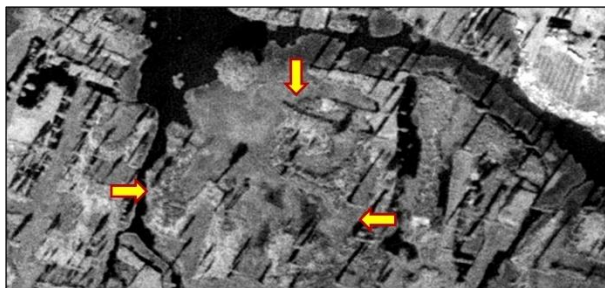


Figura 35. Ejemplo de islotes anegados y cubiertos por vegetación densa. Es complicado de identificar, sin embargo, es posible generar un polígono representativo. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 36. Ejemplo de identificación de islotes anegados y con vegetación densa en la actualidad. Con una imagen de mayor resolución y a color, es más sencillo ver esta característica. Imagen aérea del año 2022 tomada de Google Earth.



Fotografía 37. Identificación de islotes anegados en la década de los setenta. Se observa la vegetación densa sobre el cuerpo de agua. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 38. Identificación de islotes anegados en la actualidad. Esta visual podría representar de manera correcta lo visto en la aerofoto de 1940. Por lo que esto es señal de la presencia de agua hasta ahora. Fuente: Propia, 2021.



Fotografía 39. Identificación áreas anegadas al norte de la localidad. Esta circunstancia se debe a los hundimientos diferenciales presentes en la zona. El espejo de agua representa la forma de la chinampa pero hundida. Fuente: Propia, 2022.

## Descripción visual para la identificación de viviendas en la zona chinampera

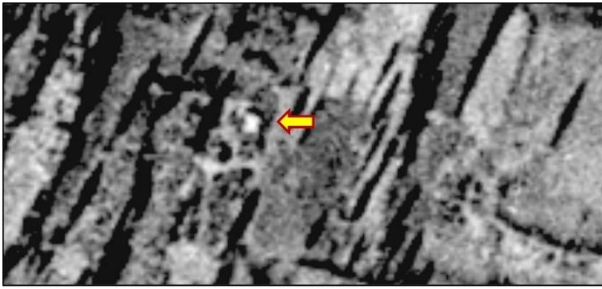


Figura 37. Ejemplo de vivienda en un islote. Es complicado de identificar, debido al reducido tamaño con relación al resto de la imagen a observar. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 38. Ejemplo de identificación de islotes anegados y con vegetación densa en la actualidad. Con una imagen de mayor resolución y a color, es más sencillo ver esta característica. Imagen aérea del año 2022 tomada de Google



Fotografía 40. Identificación de una vivienda en la zona chinampera en la década de los setenta. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1972).



Fotografía 41. Identificación de una vivienda en la zona chinampera en la actualidad. A diferencia de 1940 y 1972, ahora las viviendas son mucho más grandes. Varias ya cuentan con dos niveles. Fuente: Propia, 2021.



Fotografía 42. Identificación viviendas de manera dispersa en el territorio de la zona chinampera. Se puede apreciar como las familias conservan la tradición de aprovechar el suelo para la producción agraria. Sin embargo, no deja de ser un peligro como asentamientos humanos irregulares. Fuente: Propia, 2022.

Descripción visual para la identificación de canoas presentes en la zona chinampera.

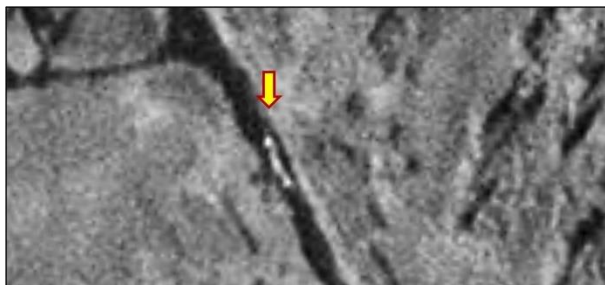


Figura 39. Ejemplo de canoa en la zona chinampera. Debido al reducido tamaño de este elemento, es posible confundirlo con un árbol o perderse entre los islotes. Imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto (ICA, 1940).



Figura 40. Ejemplo de canoa en la zona chinampera en la década de los 2010's. La foto a color ayuda a contrastar el objeto del medio que lo rodea. Imagen aérea del año 2014 tomada de Google Earth.



Fotografía 43. Canoa junto a un islote en la década de los años cincuenta. Material de las Colecciones Digitales de la Biblioteca de la Universidad de Michigan (1956).



Fotografía 44. Canoa junto a un islote en la década de los 2010's. Se aprecia como dicha canoa se encuentra en una superficie de agua cubierta con lirio acuático, lo que confirma la categoría "semi oculta" en la identificación cartográfica de agua. Fuente: Propia, 2017.



Fotografía 45. Canoa solitaria a la orilla del canal. A pesar de tener un color semejante a la hierba alcaña, es posible identificarla como un medio de transporte. Fuente: Propia, 2022.

## **Técnica de clasificación de imagen**

En la siguiente etapa del estudio para el desarrollo de clasificación de imagen por píxel<sup>35</sup> se ocupó la escala 1:12,500, por lo que se utilizó el mosaico de tres aerofotos de 1940. El resultado fue de tres nuevas imágenes, pero clasificadas en seis rangos<sup>36</sup>, mismos que dieron soporte a la identificación posterior de cauces según la calidad gráfica de cada foto (Ver anexo XIX). Ya que, al contar con los datos previos de la fotointerpretación, fue posible realizar un muestro general que dio soporte a la generación la condición de los cauces en toda la superficie de agua del agroecosistema chinampero. Para esto el proceso se dividió en dos procesos:

El primero consistió en identificar y resaltar los cuerpos de agua a manera de polígono y revisar que cada uno estuviera presente ante de llegar a la segunda etapa, Para el segundo proceso, se realizó un muestreo de pixeles sobre cada fotografía del mosaico de 1940, con el fin de resaltar las zonas oscuras de la imagen de las más claras. Se optó por una clasificación de seis grados para generar un polígono diverso después de haber realizado la técnica.

Al obtener el muestro general de la zona de estudio, se utilizó otra herramienta que sirve exclusivamente para realizar cortes entre polígonos. Por lo que, al separar la zona chinampera del muestro general de los mosaicos, se obtuvo el polígono que solo correspondía a los cuerpos de agua. Pero también, se obtuvo el dato del estado de cauces, que hace referencia a su estado navegable y obstruido.

## **Capítulo V. Resultados obtenidos y nuevos horizontes en la investigación**

Esta investigación refleja la problemática sobre la pérdida del agroecosistema chinampero durante la transformación del territorio entre 1940 y 2020. Al estudiar la zona de estudio de manera virtual, con el apoyo del trabajo de campo se logró un mejor entendimiento de dicho territorio. El objetivo relacionado a la generación de datos ha superado por mucho lo planteado

---

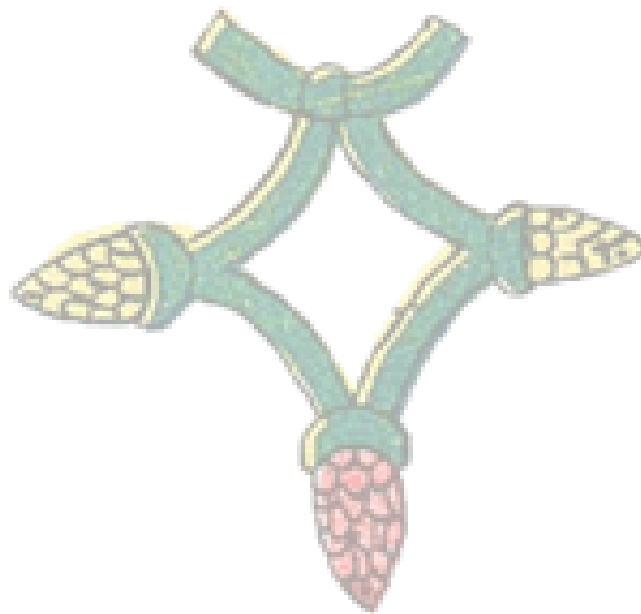
<sup>35</sup> Se le dice clasificación de imagen por pixel a la extracción de datos de una imagen ráster para convertirlo en un polígono utilizable en la construcción de cartografía digital (ARCGIS, 2018).

<sup>36</sup> Rangos de clasificación para caracterizar una imagen según la densidad de pixeles.

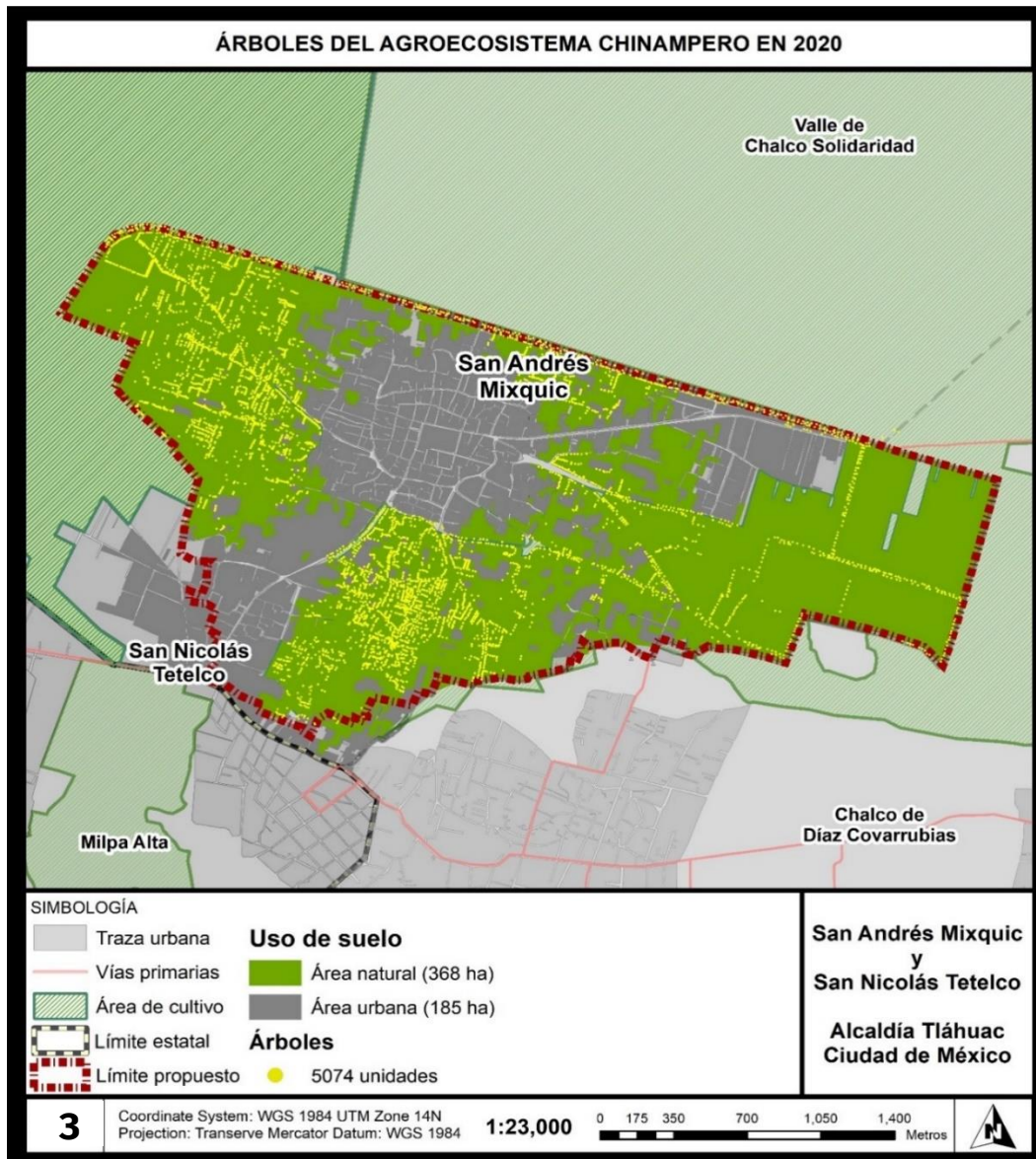
inicialmente, gracias a los elementos identificados sobre la mesa de trabajo y a la pericia que se requiere para observar una aerofoto muy antigua, con las implicaciones que conlleva.

Los resultados del análisis que corresponden al año 2020 son los siguientes:

El conteo de árboles, fue de 5,074 unidades. La mayor concentración de estos se ha determinado hacia las porciones oeste y sur de la zona de estudio. Las líneas de arbolado se encuentran, en su mayoría, junto a los canales que aún se preservan en la zona; esto demuestra de manera preliminar, como es la composición del agroecosistema sin tomar en cuenta los cuerpos de agua y los islotes, al dar una idea de la estructura territorial de dicho sistema. Por otro lado, al norte de Mixquic, un gran grupo de árboles se encuentra sobre el canal de Amecameca. En la porción sur, prevalece una ausencia de estos, debido a la expansión urbana (Ver mapa 3).

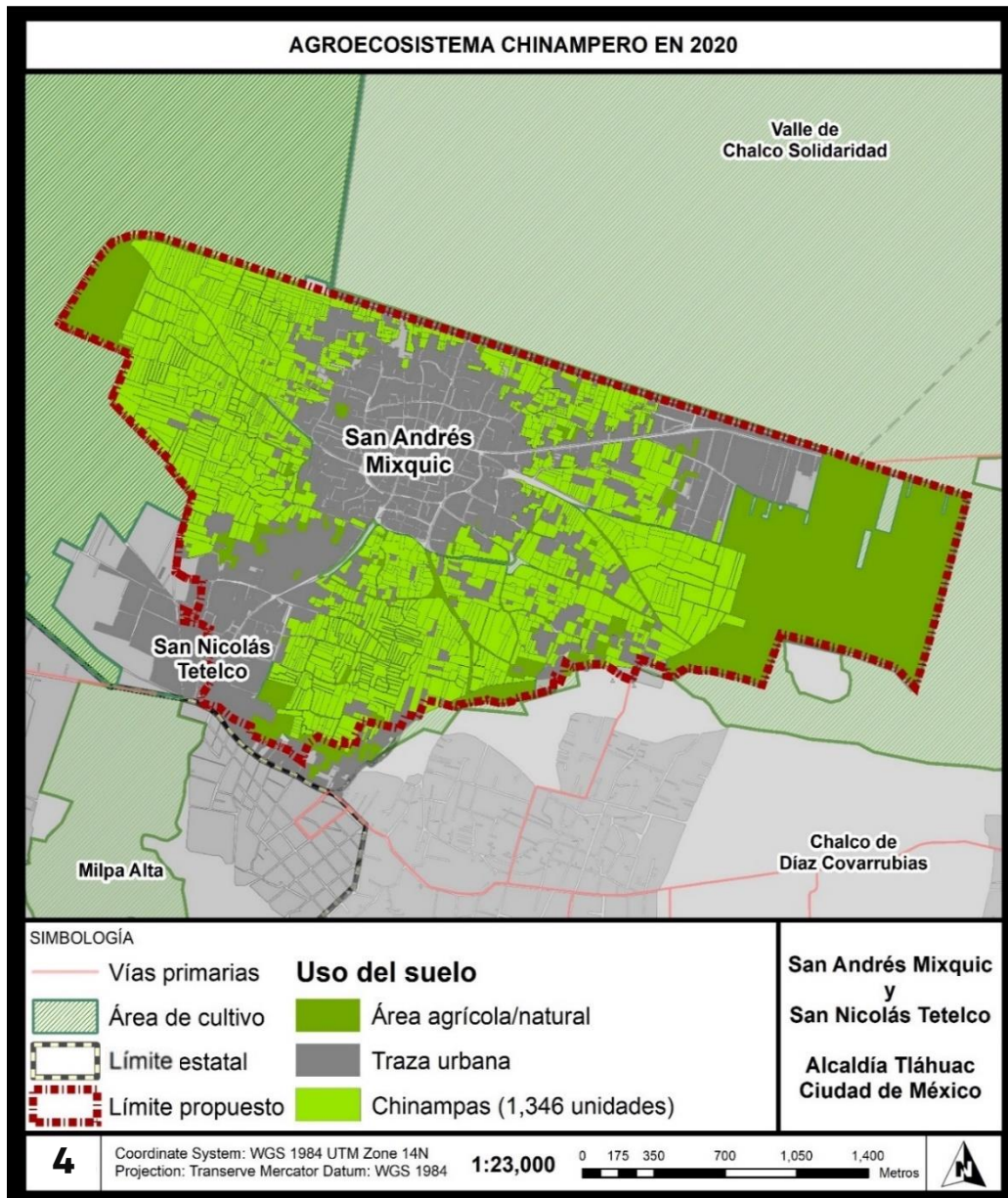






*Mapa 3. Resultado obtenido del conteo general de árboles del agroecosistema chinampero con la aerofoto de 2020. Elaboración propia.*

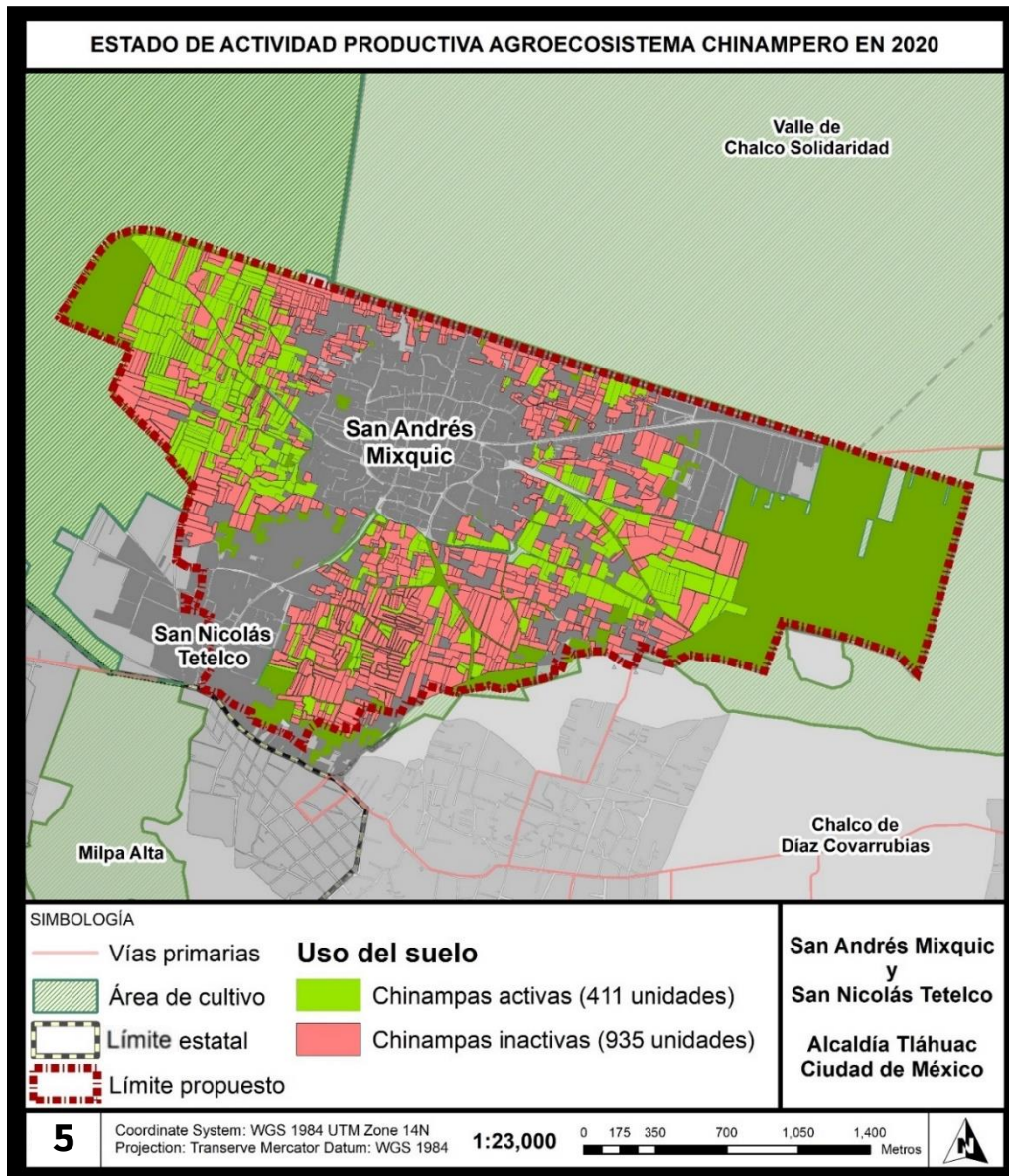
El trabajo de reconocimiento de cada chinampa arrojó un resultado de 1,346 unidades; donde, a diferencia de la distribución de árboles, se ha demostrado que el agroecosistema chinampero no depende demasiado de esta vegetación (sobre todo de los ahuejotes); ya que, las chinampas, en su mayoría son demasiado grandes y con pocos canales. Pero se puede determinar que, la zona chinampera conserva su traza mediante los canales que son posibles de observar en la zona sur y poniente. Por otro lado, hacia el oriente, se identificó una gran presencia de asentamientos humanos irregulares dentro de la zona chinampera por lo que se determina como una gran amenaza a corto plazo (Ver mapa 4).



Mapa 4. Resultado obtenido de la identificación de chinampas/islotes del agroecosistema chinampero en 2020. Elaboración propia.

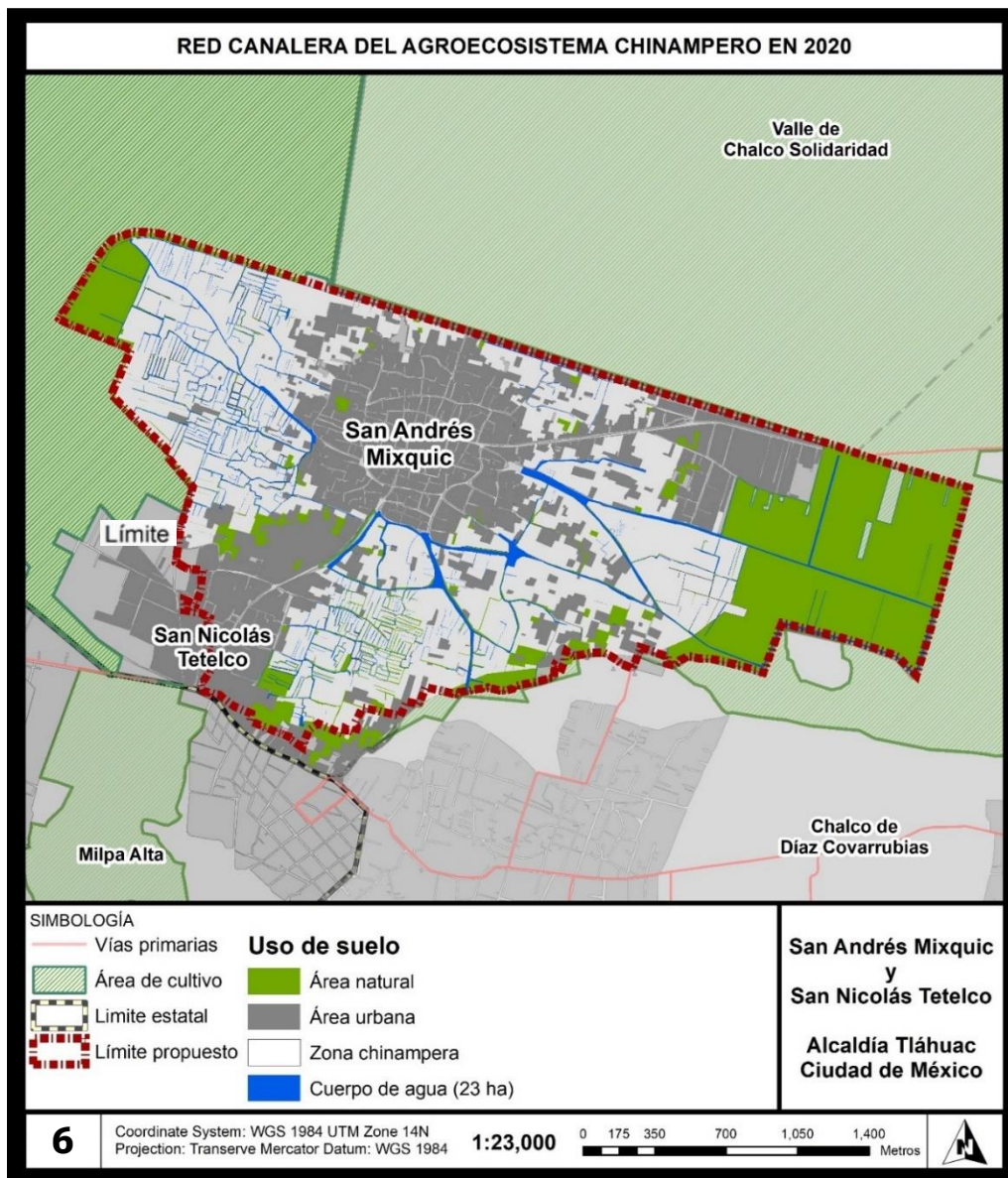
Se ha reconocido que la actividad productiva en la zona de estudio es en su mayoría nula, de las 935 chinampas inactivas distribuidas en el agroecosistema, la mayoría se han identificado cerca de asentamientos humanos irregulares, por lo que se puede atribuir el cambio de uso de suelo constante en estos asentamientos recientes. La zona oriente y poniente son las que cuentan con la mayor cantidad de chinampas activas, se entiende que al oriente es donde se

encuentra el único punto de distribución de agua proveniente de la planta de tratamiento Cerro de la Estrella y la zona sur la que cuenta con mayor número de inactivas. Esto se entiende como el resultado de la falta de abastecimiento de agua, gracias a los pozos de extracción en esa zona (Ver mapa 5).



Mapa 5. Resultado obtenido de la identificación de chinampas activas e inactivas en cuanto a su actividad agraria en el agroecosistema chinampero en 2020. Elaboración propia.

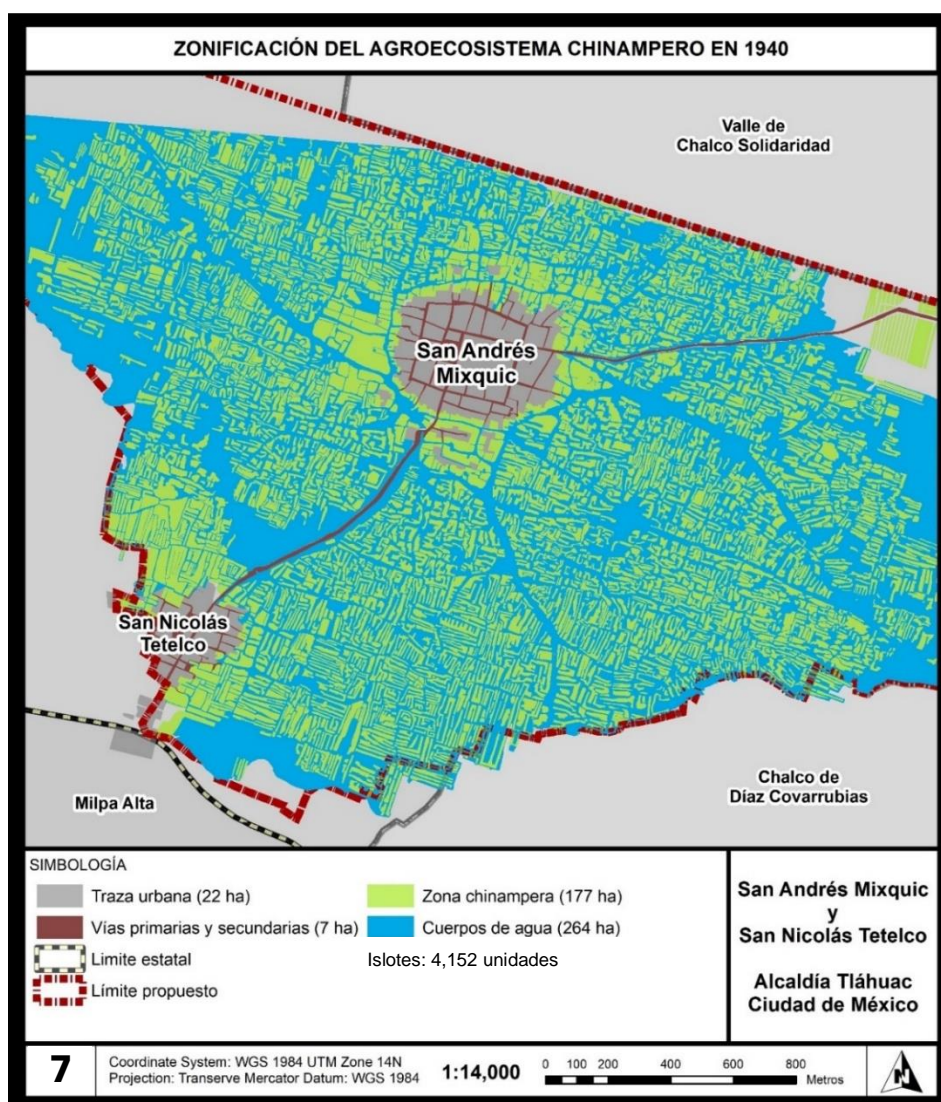
La red canalera, identificada para toda la zona de estudio, se determinó que cuenta con una superficie total de 23 hectáreas y por lo que la estimación aproximada de volumen de agua es de 345,000 m<sup>3</sup>, esto al considerar un tirante general estimado de 1.5 metros promedio para toda la red. A pesar de que la zona oriente es la más productiva, hacia el poniente es la que cuenta con el mayor número de canales con mayores dimensiones superficiales, sin embargo, todos los grandes canales se encuentran en la periferia urbana del poblado principal (Ver mapa 6).



Mapa 6. Resultado obtenido sobre la identificación de la red canalera del agroecosistema chinampero en 2020. Elaboración propia.

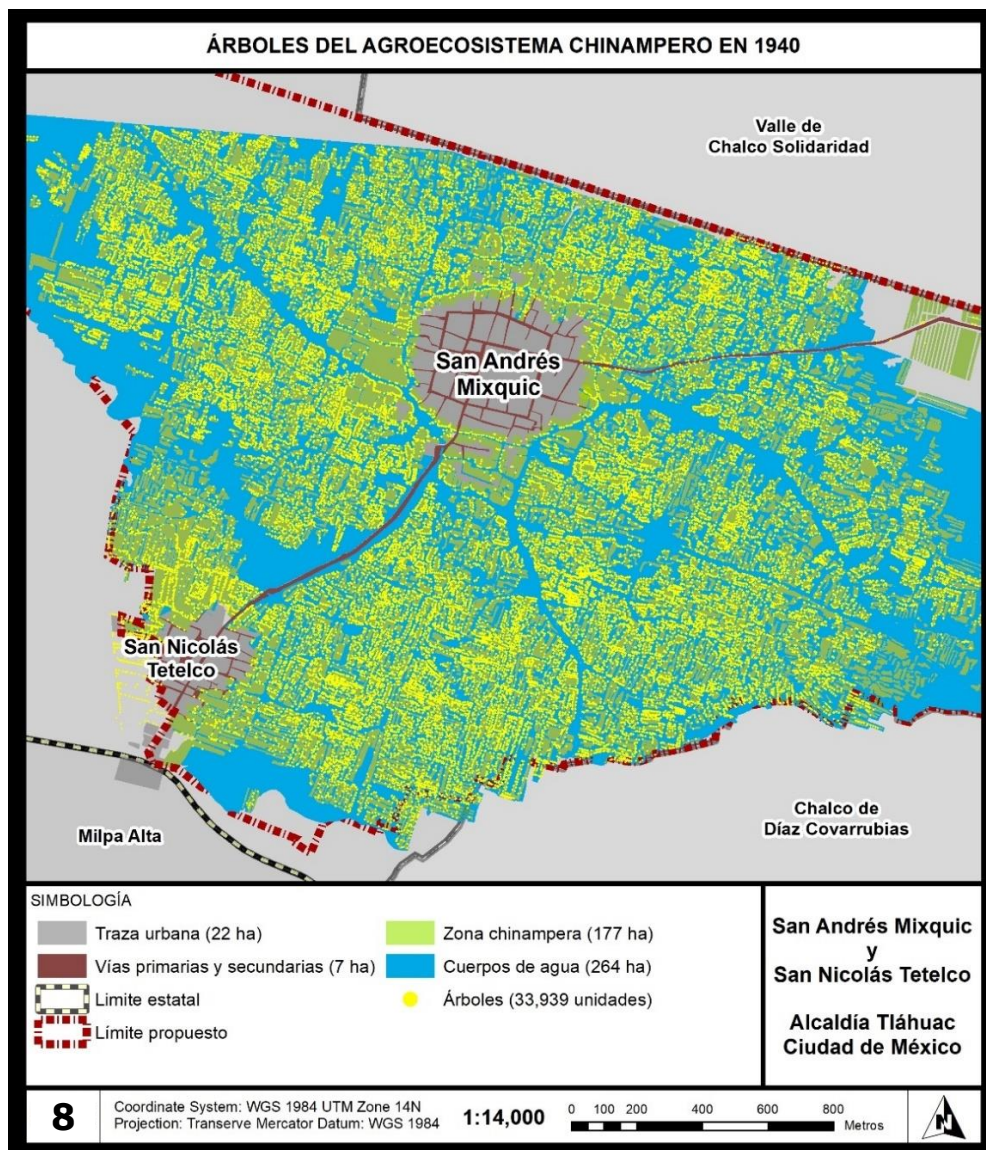
Los resultados del análisis que corresponden al año 1940 son los siguientes:

El resultado de zonificación general del agroecosistema chinampero para la zona de estudio propuesta, fue de 22 hectáreas de traza urbana y 7 hectáreas entre San Andrés Mixquic y una parte de San Nicolás Tetelco. Donde 177 hectáreas corresponden a la zona chinampera y 264 hectáreas de cuerpos de agua. Por otro lado, el número total de islotes identificados fue de 4,152 unidades, distribuidas de en toda la zona de estudio. Aunado a esto, se determinó que Mixquic era un islote total conectado a tierra firme mediante solo dos puentes de vías primarias; uno hacia San Nicolás Tetelco y otro hacia el municipio de Chalco de Díaz Covarrubias (Ver mapa 7).



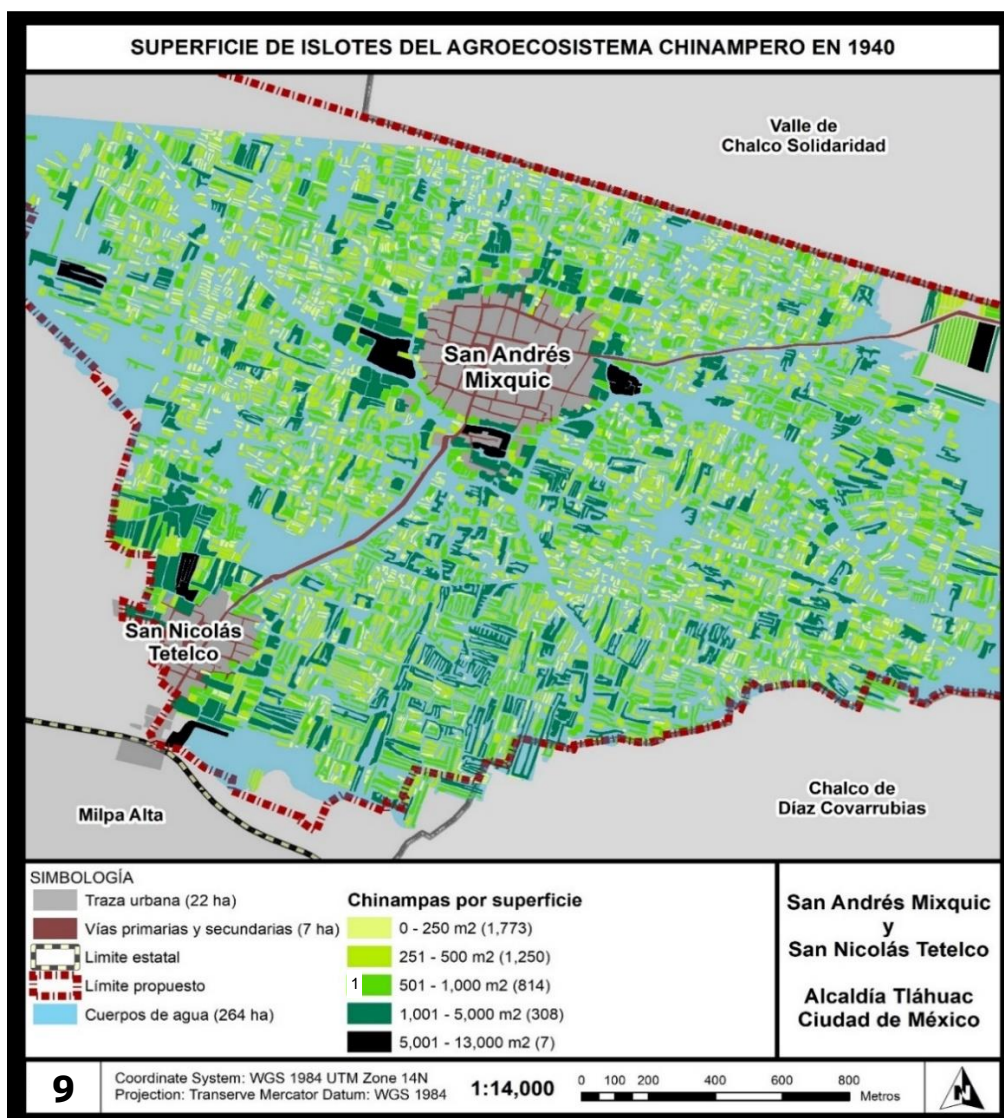
Mapa 7. Resultado obtenido sobre la zonificación general del agroecosistema chinampero en 1940. Elaboración propia.

El resultado del conteo general de árboles para todo el agroecosistema chinampero fue de 33,939 donde 33,786 se ubican en los islotes y 153 en las vías primarias y áreas que no son islotes. La distribución de los mismos era equilibrada según la percepción total en la zona chinampera. Sin embargo, al observar con mayor detenimiento ciertas áreas, se observó una falta de arbolado, esto estaría relacionado a que en esas áreas hay islotes más grandes, cuerpos de agua más amplios o zonas anegadas que no permitan el óptimo crecimiento de árboles. Por otro lado, se identificó que hay poca presencia de arbolado en la vía primaria que conecta Mixquic con Tetelco, a diferencia del camino que se dirige a Chalco (Ver mapa 8).



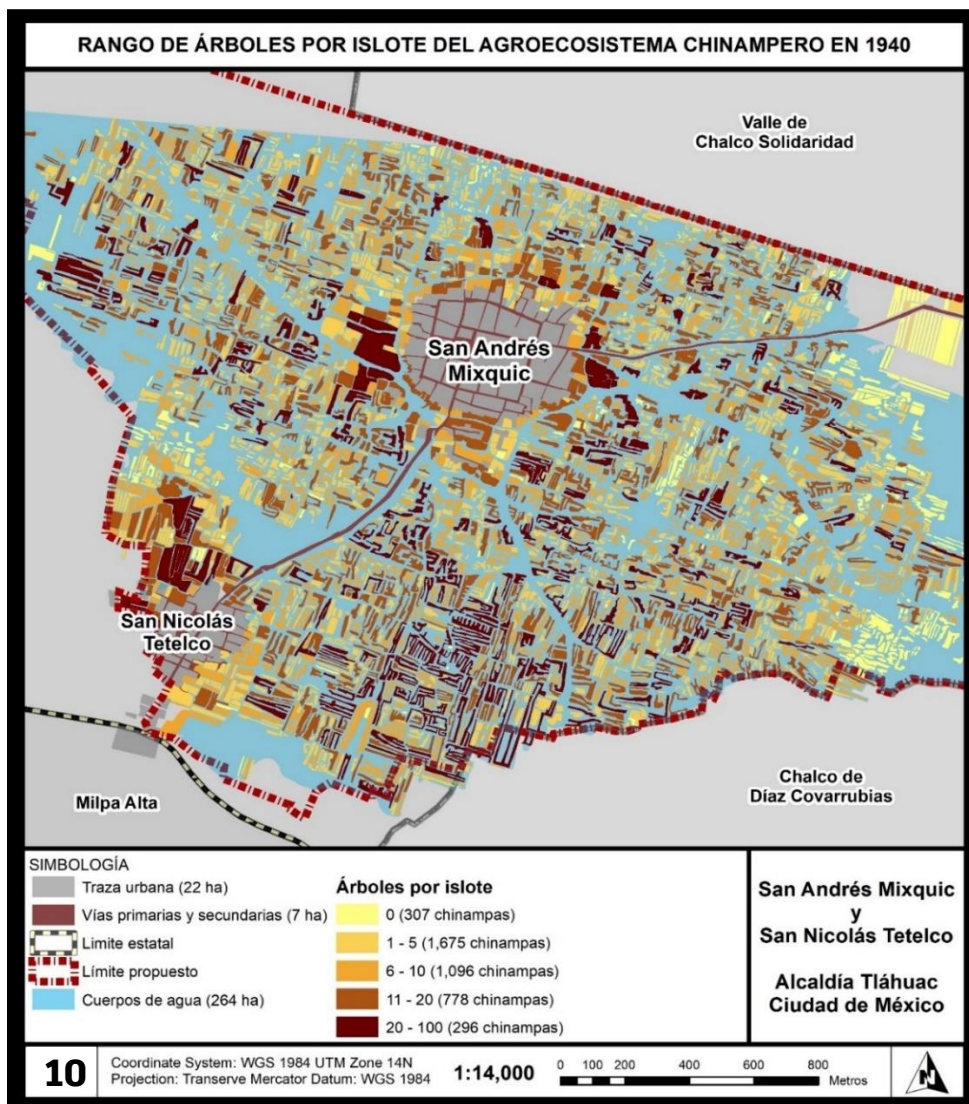
Mapa 8. Resultado obtenido sobre la identificación de árboles del agroecosistema chinampero en 1940. Elaboración propia.

Como primer acercamiento de una caracterización de los islotes del agroecosistema chinampero, se determinó la superficie de cada uno de ellos. Sin embargo, al ser demasiados datos, se optó por agruparlos en cinco rangos principales por lo que, de los 4,152 islotes, 1,773 cuentan con una superficie entre 1 y 250 m<sup>2</sup>, 1,250 entre 251 y 500 m<sup>2</sup>, 814 entre 501 y 1000 m<sup>2</sup>, 308 entre 1001 y 5000 m<sup>2</sup>, y solo 7 islotes cuentan con una superficie entre 5001 y 13,000 m<sup>2</sup>. Esto demuestra que las chinampas, en su mayoría (3029), contaban con una menor superficie que no superaba los 500 m<sup>2</sup>. Otra parte contaba con una superficie más amplia para la actividad productiva y solo unos cuantos eran de dimensiones fuera de lo común para la época (Ver mapa 9).



Mapa 9. Resultado obtenido después de calcular la superficie de cada islote del agroecosistema chinampero en 1940. Elaboración propia.

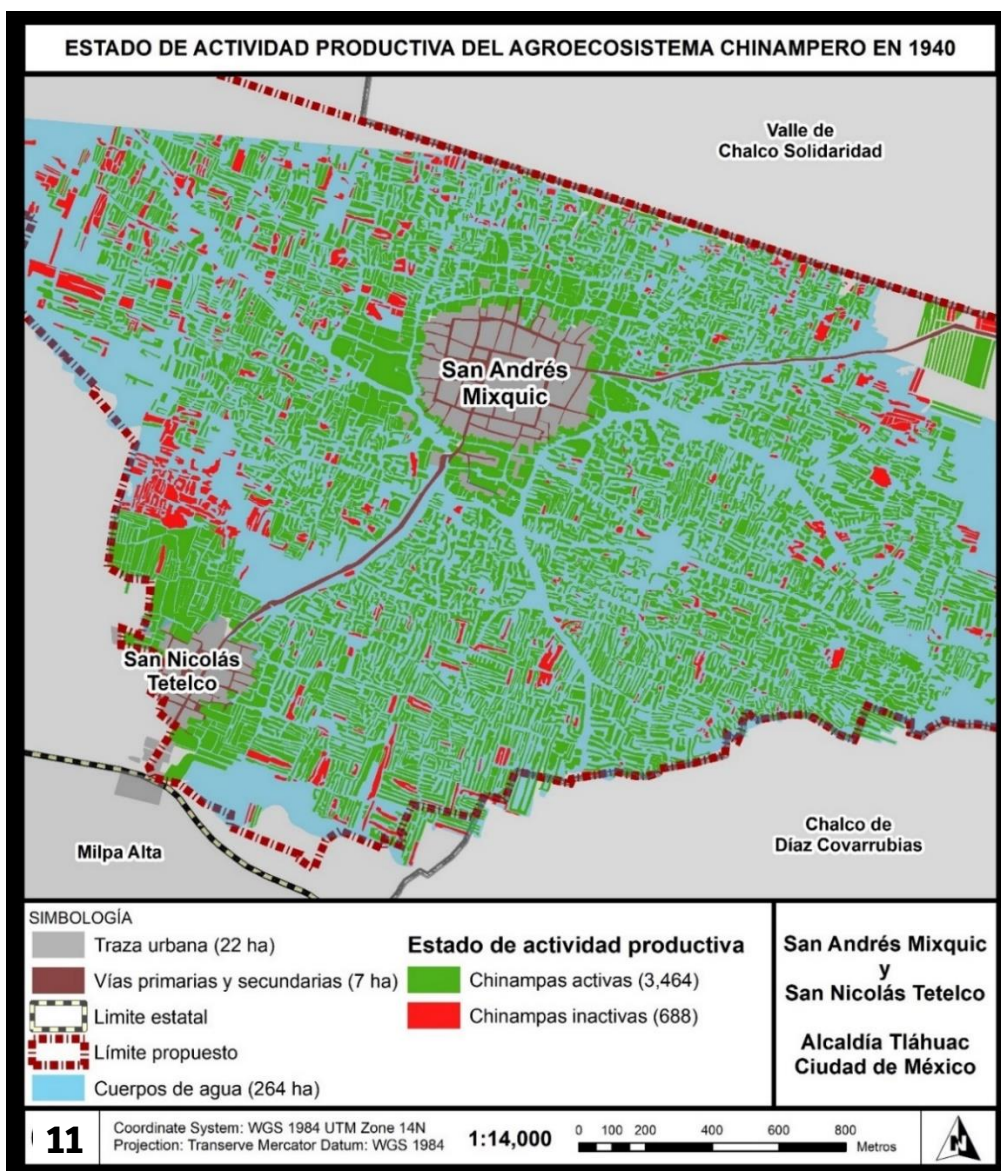
También se identificaron la cantidad árboles por islote, sin embargo, también fue necesario clasificarlos por rangos. Por lo tanto, de los 33,786 árboles presentes en el agroecosistema chinampero, 307 islotes no contaban con ninguna presencia de arbolado, 1,675 tenían en 1 y 5 árboles, 1,096 entre 6 y 10, 778 entre 11 y 20 y 296 entre 20 y 100 árboles. Esto quiere decir que, de los 4,152 islotes, la mayoría (3,845) contaban con presencia de árboles. El resto de islotes sin presencia de estos, tenían una presencia importante al extremo oriente de la zona de estudio, hacia el poniente existía un pequeño grupo muy concentrado, misma situación hacia el norte de Mixquic. Por otro lado, los islotes con mayor número de árboles tenían una fuerte presencia hacia el sur y sureste de la zona de estudio (Ver mapa 10).



Mapa 10. Resultado sobre el rango de árboles por cada islote del agroecosistema chinampero en 1940. Elaboración propia.



Se ha reconocido que la actividad productiva en el agroecosistema chinampero es en su mayoría activa, de los 4,152 islotes, 3,464 se determinaron como activos y 688 como inactivos de la actividad productiva. Aunado a esto, se observó que el mayor número de los islotes que carecen de producción visible, se concentra un gran número de estos hacia la porción poniente de la zona de estudio, pero llama la atención ver todavía un área, cercana a San Nicolás Tetelco, con gran concentración de islotes inactivos. Por otro lado, se aprecia como la mayoría de las chinampas alrededor de Mixquic cuentan con una actividad productiva activa (Ver mapa 11).



Mapa 11. Resultado sobre la identificación del estado de actividad productiva del agroecosistema chinampero de 1940.

El resultado del uso de la técnica de clasificación de imagen, arrojó una serie de polígonos muy diversos, por lo que fue necesario clasificarlos en tres rangos. El primero determinado como cauces navegables, para los cuerpos de agua que no contaban con lirio acuático y vegetación diversa que obstruyera, esto generó un conflicto en la movilidad de la zona, con una superficie de 116 hectáreas. El segundo como cauces obstruidos por lirio acuático concentrado en la superficie de los cuerpos de agua, mismos que pueden generar un conflicto poco o mediano para la movilidad de la zona y altera el calendario de actividades para el desarrollo de la agricultura, con un área de 81 hectáreas. Y un tercer rango denominado obstruido por follaje denso, a todo aquel cuerpo de agua que cuente con una masa de lirio acuático o vegetación diversa que impida la movilidad total de la zona, lo cual ocupa un área de 66 hectáreas.

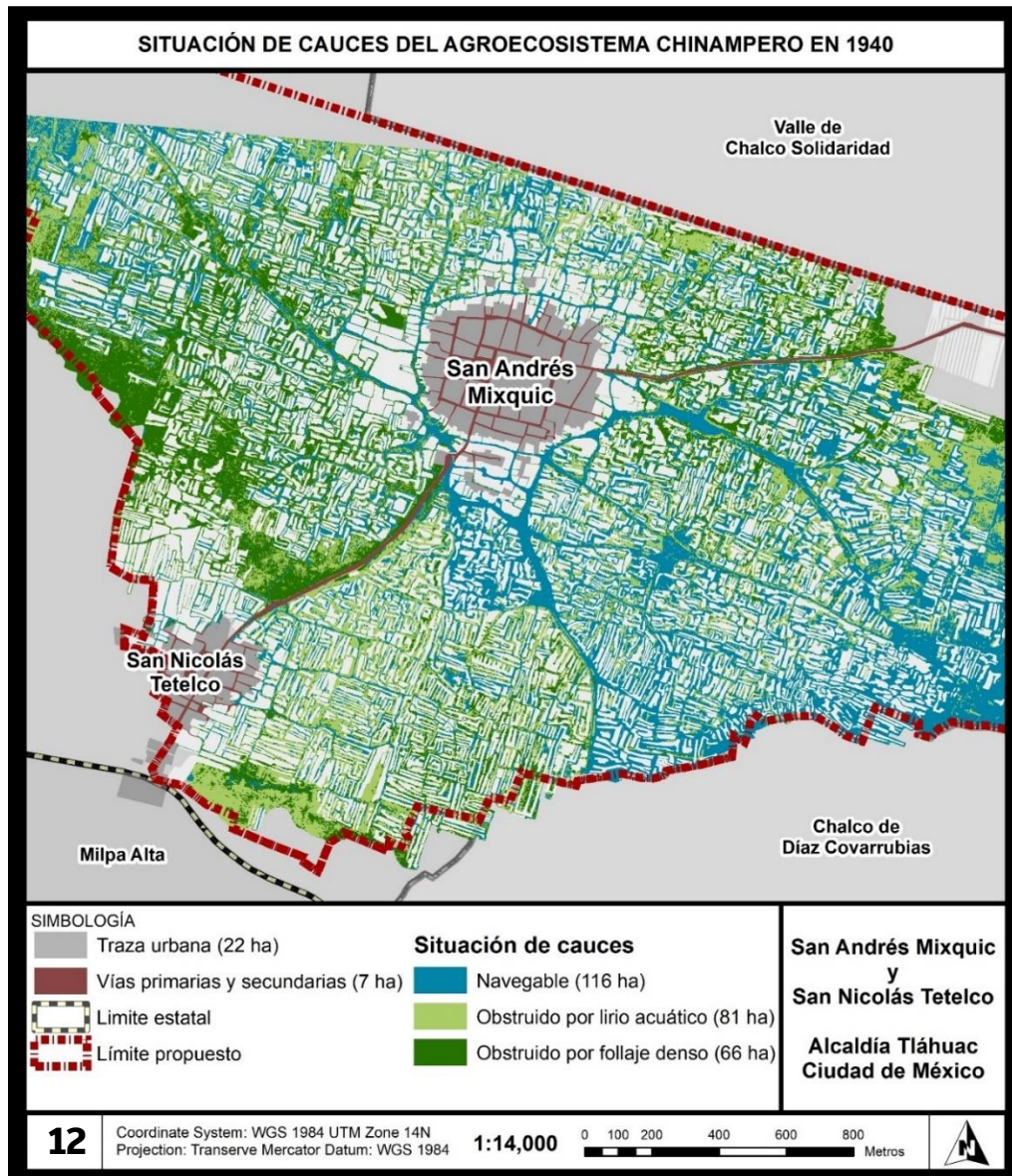
Para el caso de los cauces navegables, se observó que hay una mayor presencia de estos hacia el oriente de la zona de estudio. Esto refleja que existía una mejor movilidad a diferencia de las otras zonas. Además de contar con grandes cuerpos de agua distribuidos ahí mismo. También es posible afirmar que, al haber cauces con menor presencia de lirio y vegetación diversa, la distribución del agua era mucho mejor. Eso puede explicar la presencia de esos cuerpos de agua de mayores dimensiones. Otro fenómeno interesante de resaltar, es sobre los canales alrededor del islote de San Andrés Mixquic, ya que estos también se encuentran libres de lirio y vegetación. Con relación a los cauces obstruidos por lirio acuático principalmente, su mayor presencia está en la zona norte y sur<sup>37</sup>, sobre todo en islotes que se encuentran muy cercanos entre sí, además de islotes con formas irregulares donde se observaron cauces sin salida que le dé continuidad al flujo de agua. Esto puede demostrar que el movimiento del agua es mucho menor que en los cauces navegables, sin embargo, el paso de las canoas sobre estos no se les imposibilita<sup>38</sup>. Por último, sobre los obstruidos por follaje denso, fue el más complejo de determinar por sus características de suelo; sin embargo, se demostró un sentido lógico en su ubicación (con mayor presencia hacia la porción oeste)

---

<sup>37</sup> Para este rango será necesario un estudio particular que determine mayor detalle sobre esta condición especial en el agroecosistema chinampero.

<sup>38</sup> Retomado del documental de YouTube “Un sistema agrícola único en el mundo” de Deutsche Welle (DW, 2020).

gracias a los canales visibles aledaños a estos espacios anegados<sup>39</sup>. Esto podría indicar una presencia anterior de chinampas que fueron absorbidas por la vegetación o erosionadas con el tiempo por el movimiento del agua<sup>40</sup> (Ver mapa 12).



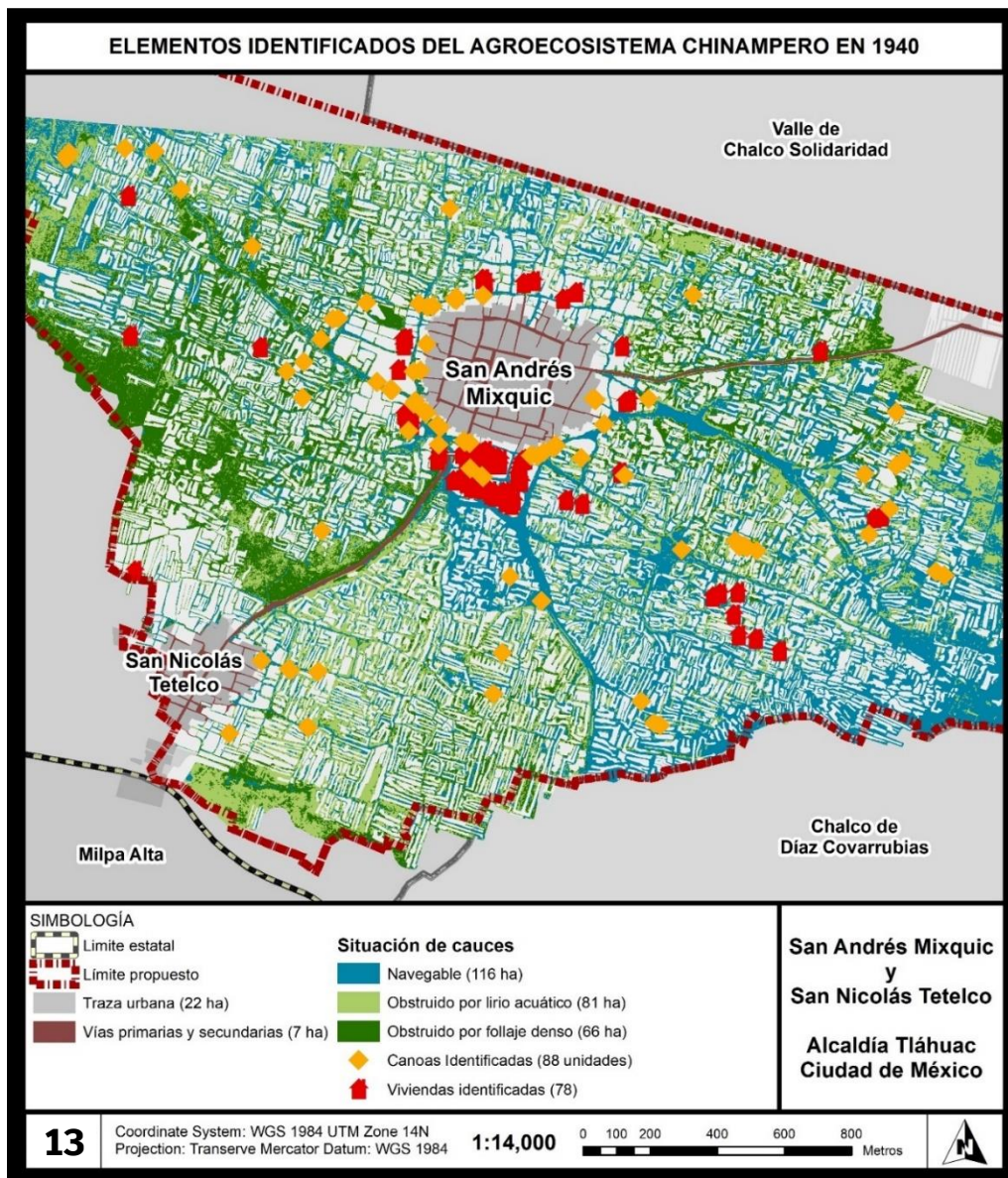
Mapa 12. Situación de los cauces totales del agroecosistema chinampero en 1940. Elaboración propia.

Como parte del análisis de un agroecosistema chinampero, se esperaba la presencia preliminar de canoas y viviendas. Por lo tanto, se pudieron identificar 88 canoas distribuidas a

<sup>39</sup> Para asegurar la dimensión total en este rango, fue necesaria observar cada islote y cuerpo de agua cercanos a estas zonas con exceso de vegetación.

<sup>40</sup> Para este tercer rango también será necesario realizar un estudio particular debido a la complejidad de análisis.

lo largo de red canalera y 78 viviendas dentro de la zona chinampera. Para el caso de las canoas, su ubicación coincide con los cauces navegables, mayoritariamente en los cuerpos de agua principales. De manera predecible, la mayor presencia de canoas fue en la porción oriente, este fenómeno de movilidad estaría relacionado al flujo de agua constante que permite navegar de una manera más rápida entre islotes. Para el caso de las viviendas, existía una marcada concentración alrededor del islote de Mixquic y un segundo grupo con fuerte presencia hacia el oriente (Ver mapa 13).



Mapa 13. Viviendas y canoas como elementos identificados dentro del agroecosistema chinampero en 1940. Elaboración propia.

Al tomar en cuenta que el estudio se orientó hacia a la generación de nuevos datos, como resultado del mismo, se obtuvo un total de 58,501 datos<sup>41</sup>. Para el año 1940 el número asciende a los 50,727, donde 46,565 se generaron de forma manual en la base cartográfica digital<sup>42</sup> y 4,162 datos fueron resultado de los procesos automáticos por herramientas dentro del SIG<sup>43</sup>. Este grupo de unidades se han distribuido entre siete temas principales: zonificación del agroecosistema chinampero (con cinco tipos de datos: número de islotes, zona chinampera, cuerpos de agua, traza urbana, vías primarias y secundarias), número de árboles, rango de superficie por islotes, rango de árboles por islote, estado de actividad productiva (activo e inactivo), situación de cauces (con tres tipos de datos: navegable, obstruido por lirio y obstruido por follaje) y elementos identificados (canoas y viviendas) (Ver tabla 2).

Para el año 2020, se generaron en total 7,774 datos, donde 7,770 se generaron de forma manual en la base cartográfica digital y solo cuatro de ellos, fueron resultado de procesos automáticos por herramientas dentro del SIG. Este grupo de unidades se han distribuido entre cinco temas principales: zonificación del agroecosistema chinampero (área natural, área urbana y vías primarias y secundarias), número de árboles, agroecosistema chinampero, estado de actividad productiva (activo e inactivo) y red canalera.

Para ambas etapas temporales establecidas, en el tema de zonificación se realizaron datos de forma manual y posteriormente se utilizó una herramienta digital para calcular la superficie de los polígonos. Por otro lado, para el tema de situación de cauces, el tipo de dato de cantidad y superficie se realizaron de manera automática al utilizar los polígonos de islotes, traza urbana y vías primarias. Para el rango de árboles por islote, a pesar de contar con el número de árboles ya identificados sobre la imagen aérea y haber reconocido cada islote chinampero, cada dato relacionado a la cantidad de árboles dentro de las chinampas, se optó por generarlos de manera manual. Esto para realizar un segundo proceso de fotointerpretación sobre el mosaico y con esto corregir errores no observados en el primer proceso.

---

<sup>41</sup> Para el estudio se entiende al dato como una unidad de información de manera particular.

<sup>42</sup> Quiere decir, cada punto, línea y polígono se dibujó de manera particular bajo un criterio único de diseño sobre el territorio observado en la aerofoto georreferenciada para lograr los objetivos deseados.

<sup>43</sup> Herramientas propias de *Arcmap*, como calcular superficies, generar rangos de información, clasificar datos según características específicas.

<b>Número de datos obtenidos en la investigación</b>					
Año	Referencia	Nombre del dato	Tipo de dato	Forma de generación de datos individuales	
				Manual	Automática
1940	Zonificación del agroecosistema chinampero	Número de islotes	Cantidad	4,152	
		Zona chinampera	Cantidad y superficie	1	1
		Cuerpos de agua	Cantidad y superficie	1	1
		Traza urbana	Cantidad y superficie	1	1
		Vías primarias y secundarias	Cantidad y superficie	1	1
	Arboles	Número de árboles	Cantidad	33,939	
	Rango de superficie por islotes	Superficie por islote	Cantidad		4,152
	Rango de arboles por islote	Arboles por islote	Cantidad	4,152	
	Estado de actividad productiva	Activo	Cantidad	3,464	
		Inactivo	Cantidad	688	
	Situación de cauces	Navegable	Cantidad y superficie		2
		Obstruido por lirio	Cantidad y superficie		2
		Obstruido por follaje	Cantidad y superficie		2
	Elementos identificados	Canoas	Cantidad	88	
Viviendas		Cantidad	78		
<b>Total</b>			<b>46,565</b>	<b>4,162</b>	
<b>Global 1940</b>			<b>50,727</b>		
2020	Zonificación de uso de suelo	Area natural	Cantidad y superficie	1	1
		Area urbana	Cantidad y superficie	1	1
		Vías primarias y secundarias	Cantidad y superficie	1	1
	Arboles	Número de árboles	Cantidad	5,074	
	Agroecosistema chinampero	Número de islotes	Cantidad	1,346	
	Estado de actividad productiva	Activo	Cantidad	411	
		Inactivo	Cantidad	935	
Red canalera	Cuerpo de agua	Cantidad y superficie	1	1	
<b>Total</b>			<b>7,770</b>	<b>4</b>	
<b>Global 2020</b>			<b>7,774</b>		
<b>Total de 1940 y 2020</b>			<b>54,335</b>	<b>4,166</b>	
<b>Global</b>			<b>58,501</b>		

Tabla 2. Datos individuales obtenidos en la investigación. Elaboración propia.

Para determinar la afectación territorial del agroecosistema chinampero se ha hecho una comparación de datos (Ver tabla 3) según el tema como referencia en el estudio:

En la zonificación del agroecosistema chinampero, para 1940 el número de islotes era 4,152 y en contraste a 2020 que era de 1346, la diferencia es de 2,806 chinampas. Este primer resultado refleja una pérdida de islotes del 48%. Esta pérdida de islotes está relacionada al crecimiento de los asentamientos humanos irregulares y a la transformación de las superficies en los cuerpos de agua. Se entiende que la modificación de estos islotes implica también la reubicación paulatina de los árboles<sup>44</sup>. Con relación a la superficie de la zona chinampera, en 1940 se registraron 177 hectáreas mientras que para el año 2020 esta cantidad asciende a 368 hectáreas; por lo que este crecimiento es de 191 hectáreas, esto quiere decir que, el área de tierras para cultivo ha crecido un 52%, por lo que hay una relevancia por acaparar superficie dedicada para la agricultura. Sobre los cuerpos de agua, la superficie para 1940 era de 264 hectáreas y para el 2020 se resaltaron 23 ha. La diferencia es de 241 hectáreas, estaría relacionada al crecimiento de las áreas con tierras para cultivo de las chinampas para el segundo periodo. Por lo tanto, es posible aclarar que, hay chinampas más grandes que antes, sin embargo, cuentan con abasto disminuido de agua. Es ahí donde se encuentra un elemento relevante de esta investigación, que es determinar la afectación de los cuerpos de agua en el agroecosistema chinampero, como resultado de un primer análisis derivado de un estudio hacia un horizonte temporal más lejano<sup>45</sup>. Esto cumple con uno de los objetivos particulares de esta investigación.

Para la traza urbana de 1940, se identificó una superficie total de 22 hectáreas; si se compara con las 185 hectáreas en 2020, la diferencia asciende hasta las 163 hectáreas. Este último dato refleja también una buena parte de la problemática; ya que, por lo visto en los mapas anteriores sobre la red canalera entre ambas temporalidades, muchos de los antiguos cuerpos de agua se convirtieron en las actuales vías primarias y secundarias de la localidad. Un problema casi en la totalidad de la superficie de la localidad de San Andrés Mixquic, y de menor prevalencia en la localidad de San Nicolás Tetelco. Sobre las vías primarias y secundarias, para el año de 1940, apenas se detectaron 7 hectáreas; sin embargo, para el año 2020 crece

---

<sup>44</sup> Al tomar en cuenta la distribución mostrada en el mapa 4 y 7.

<sup>45</sup> Anterior a la información que puedan ofrecer instituciones públicas como INEGI, PAOT, SEMARNAT, SEDATU (Anteriormente SEDESOL) o trabajos de investigación por la academia universitaria.

a 21 hectáreas, por lo tanto, la diferencia es de 14 hectáreas. Esto demuestra que el crecimiento urbano no ha sido una gran amenaza directa sobre el agroecosistema chinampero; sin embargo, si forma parte de la problemática relacionada al crecimiento de los asentamientos humanos irregulares.

Sobre la población de árboles, se ha identificado una extraordinaria cantidad de 33,939 unidades<sup>46</sup>; por otro lado, para el año 2020 esta cifra fue de 5,074 unidades. Por lo tanto, la pérdida es de 28,865 árboles. Esto también estaría relacionado con la problemática del crecimiento de los asentamientos humanos irregulares, la traza urbana, y la pérdida de la superficie en los cuerpos de agua en el agroecosistema chinampero. En el apartado del estado de actividad productiva, que se encuentra dividida en dos partes activo e inactivo, para la primera parte en 1940 se identificó un total de 3,464 chinampas activas mientras que para 2020 estas disminuyeron a 411. Por otro lado, para el periodo de 1940, se han determinado 688 chinampas inactivas, pero se identificaron 935 para 2020. Esto demuestra que, a pesar del aumento de tierras para cultivo en las zonas de chinampas, la mayoría de estas se dio en el último periodo, y en menos de la mitad se consideran chinampas activas. A diferencia de 1940, donde la cantidad de islotes con producción era cinco veces mayor a las que se encontraban inactivas. Es por eso que, la evidencia reflejada por la falta de agua derivada de la transformación territorial en la zona, explica una baja en la actividad productiva. Sin embargo, es posible recuperar canales (algunos existentes sin agua y otros con relación a lo observado en 1940), que den soporte al agroecosistema chinampero.

---

<sup>46</sup> A pesar de ser una cantidad considerable, es posible que todavía sean cientos o incluso miles más, pero debido a la falta de detalle visual en ciertas zonas al momento de analizar la fotografía, no se pudo determinar que era árbol u otro elemento del islote. Sin embargo, para efectos de esta investigación, como primer acercamiento sin antecedentes similares en el agroecosistema chinampero, ha sido un logro haber conseguido ese primer dato.



Comparativa de datos del agroecosistema chinampero entre 1940 y 2020					
Referencia	Nombre del dato	Tipo de dato	1940	2020	Diferencia
<b>Zonificación del agroecosistema chinampero</b>	Número de islotes	Cantidad (Unidades)	4,152	1,346	2,806
	Zona chinampera	Superficie (Hectáreas)	177	368	191
	Cuerpos de agua	Superficie (Hectáreas)	264	23	241
	Traza urbana	Superficie (Hectáreas)	22	185	163
	Vías primarias y secundarias	Superficie (Hectáreas)	7	21	14
<b>Arboles</b>	Número de árboles	Cantidad (Unidades)	33,939	5,074	28,865
<b>Estado de actividad productiva</b>	Activo	Cantidad (Unidades)	3,464	411	3,053
	Inactivo	Cantidad (Unidades)	688	935	247

Tabla 3. Comparativa de datos del agroecosistema chinampero entre los periodos 1940 y 2020. Elaboración propia.

Derivado de la obtención de datos en la investigación, fue necesario mostrar los alcances y utilidad de los mismos al momento de aplicar este conjunto de información nueva, para observar de nuevo el territorio y sus componentes particulares bajo otra lógica de escala. Ya que, está dirigida a diferentes objetivos de análisis, esto debido a que la investigación siempre estuvo orientada a realizar la interpretación del suelo a una escala muy puntual<sup>47</sup>; pero generar cada dato orientado una representación más general<sup>48</sup>. Esto excluye, por un momento, a las escalas menos detalladas pero que mantienen un grado particular de observación, como en el caso de los barrios originarios. Es por esto que, se realizaron algunos ejercicios que demostraron el manejo de la información ya obtenida para asegurar la importancia de esta investigación. Cada ejercicio de observación particular estuvo relacionado a la comparación entre los periodos de tiempo impuestos para el estudio. En total fueron cuatro análisis relacionadas a cada barrio de San Andrés Mixquic, pero se establecieron áreas representativas que demostraban grandes cambios, El primer análisis se desarrolló para la sección que corresponde al barrio de Los Reyes, que se encuentra al nororiente del centro de poblado (Ver figura 41-44); el segundo para el barrio de San Miguel, que se encuentra al sureste (Ver figura 45-48); el tercero para el barrio de San Agustín, que se encuentra al suroeste (Ver figura 49-52) y el cuarto para el barrio de San Bartolomé, ubicado al noreste del centro de poblado (Ver figura 53-56). En cada uno de ellos fue posible determinar la afectación territorial mediante las transformaciones constantes por el crecimiento urbano, aumento de asentamientos humanos irregulares, desaparición de los antiguos cuerpos de agua e islotes reconocidos en 1940.

<sup>47</sup> Entre 1:250 a 1:1,000 (Según el criterio de observación).

<sup>48</sup> Entre 12,500 a 15,000 (Según el criterio de demostración).

Ejercicio de observación particular del proceso de transformación territorial en el agroecosistema chinampero para analizar los cambios de los cuerpos de agua superficiales de un área determinar del barrio de Los Reyes entre 1940 y 2020.



Figura 41. Observación general del área de los grandes islotes que corresponden a la zona chinampera de Los Reyes, con la imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto de 1940. Dichos islotes contaban con una superficie de 6.7 hectáreas y se encontraba al oeste del islote central de la localidad.



Figura 42. Observación general de las manzanas que corresponden al barrio originario de Los Reyes, con la imagen aérea de Google Earth de 2020. Dichas manzanas corresponden a los antiguos islotes y ahora forman parte de la traza urbana, semi irregular, de la periferia en la localidad.

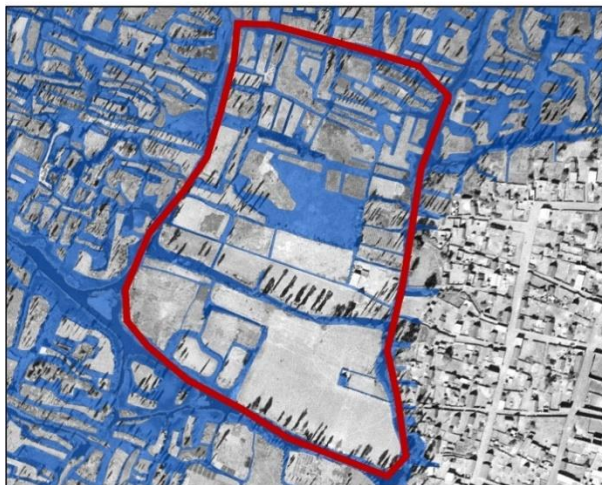


Figura 43. Observación de los cuerpos de agua identificados en 1940 dentro del área de los grandes islotes que corresponden a la zona chinampera de Los Reyes, con la imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto de 1940. Dichos cuerpos de agua contaban con una superficie de 3.1 hectáreas, donde la zona sur de esta sección se encontraba libre de agua.



Figura 44. Observación de los cuerpos de agua identificados en 1940, en contraste con las actuales manzanas que corresponden al barrio originario de Los Reyes, con la imagen aérea de Google Earth de 2020. Se aprecia como la zona donde había mayor cantidad de agua, hasta el momento son baldíos y viviendas con áreas libres muy amplias.

Ejercicio de observación particular del proceso de transformación territorial en el agroecosistema chinampero para analizar los cambios de los cuerpos de agua superficiales de un área determinar del barrio de San Miguel entre 1940 y 2020.



Figura 45. Observación general del área de los grandes islotes que corresponden a la zona chinampera de San Miguel, con la imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto de 1940. Dichos islotes contaban con una superficie de 4 hectáreas y se encontraban al sur del islote central de la localidad.



Figura 46. Observación general de las manzanas que corresponden al barrio originario de San Miguel, con la imagen aérea de Google Earth de 2020. Dichas manzanas corresponden a los antiguos islotes y ahora forman parte de la traza urbana, semi irregular y deformada por la cercanía al canal, de la periferia en la localidad.



Figura 47. Observación de los cuerpos de agua identificados en 1940 dentro del área de los grandes islotes que corresponden a la zona chinampera de San Miguel, con la imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto de 1940. Dichos cuerpos de agua contaban con una superficie de 1.4 hectáreas, donde es posible observar que, para la época establecida en el estudio, esta sección ya presentaba señales de urbanización en dichos islotes.



Figura 48. Observación de los cuerpos de agua identificados en 1940, en contraste con las actuales manzanas que corresponden al barrio originario de San Miguel, con la imagen aérea de Google Earth de 2020. Se aprecia como solo uno de los canales, parte inferior de la imagen, es el único que se conserva.

Ejercicio de observación particular del proceso de transformación territorial en el agroecosistema chinampero para analizar los cambios de los cuerpos de agua superficiales de un área determinar del barrio de San Agustín entre 1940 y 2020.



Figura 49. Observación general del área de los principales islotes que corresponden a la zona chinampera de San Agustín con la imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto de 1940. Dichos islotes contaba con una superficie de 7.3 hectáreas y se encontraba al suroeste del islote central de la localidad.



Figura 50. Observación general de las manzanas que corresponden al barrio originario de San Agustín, con la imagen aérea de Google Earth de 2020. Dichas manzanas corresponden a los antiguos islotes y ahora forman parte de la traza urbana, mayormente irregular con viviendas y baldíos dispersos, de la periferia en la localidad.



Figura 51. Observación de los cuerpos de agua identificados en 1940 dentro del área de los principales islotes que corresponden a la zona chinampera de San Agustín con la imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto de 1940. Dichos cuerpos de agua contaban con una superficie de 4 hectáreas. Se observa una distribución equilibrada de la red canalera por toda el área chinampera.



Figura 52. Observación de los cuerpos de agua identificados en 1940, en contraste con las actuales manzanas que corresponden al barrio originario de San Agustín, con la imagen aérea de Google Earth de 2020. Es evidente la pérdida de los antiguos canales, sin embargo, todavía hay presencia de áreas libres de vivienda.

Ejercicio de observación particular del proceso de transformación territorial en el agroecosistema chinampero para analizar los cambios de los cuerpos de agua superficiales de un área determinar del barrio de San Bartolomé entre 1940 y 2020.



Figura 53. Observación general del área de los grandes islotes que corresponden a la zona chinampera de San Bartolomé, con la imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto de 1940. Dichos islotes contaba con una superficie de 2.3 hectáreas y se encontraba al norte del islote central de la localidad.



Figura 54. Observación general de las manzanas que corresponden al barrio originario de San Bartolomé, con la imagen aérea de Google Earth de 2020. Dichas manzanas corresponden a los antiguos islotes y ahora forman parte de la traza urbana, poco regular, de la periferia en la localidad.

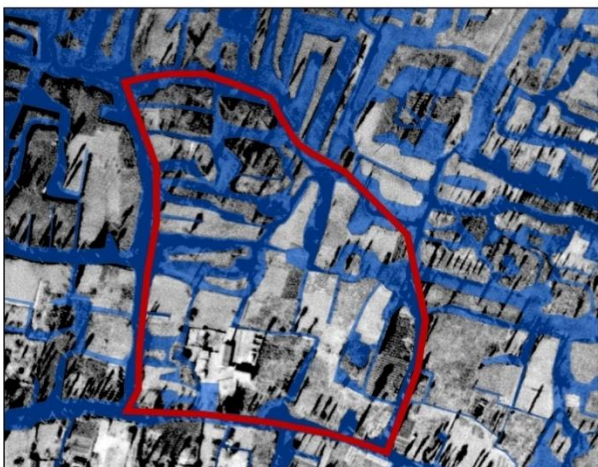


Figura 55. Observación de los cuerpos de agua identificados en 1940 dentro del área de los principales islotes que corresponden a la zona chinampera de San Bartolomé con la imagen aérea de la Compañía Mexicana Aerofoto de 1940. Dichos cuerpos de agua contaban con una superficie de 1.9 hectáreas. Se observa poca urbanización en esta sección, sin embargo, se nota como la lotificación ya mostraba indicios para el cambio de uso de suelo.



Figura 56. Observación de los cuerpos de agua identificados en 1940, en contraste con las actuales manzanas que corresponden al barrio originario de San Bartolomé, con la imagen aérea de Google Earth de 2020. La densidad de vivienda se encuentra en la parte inferior de la imagen; por otro lado, hay presencia de áreas libres en la parte superior.

## Representación virtual mediante modelos 3D

Con el uso de las tecnologías aplicadas a la generación de volúmenes tridimensionales es posible generar visuales fotorrealistas mediante la renderización<sup>49</sup> de un modelo digital. Esto permite comunicar de una manera más amable, lo ya visto en un mapa que cuenta con una vista bidimensional. Por lo que, la gran ventaja que tiene es la de reproducir escenarios que demuestren la composición física del territorio, según los datos obtenidos y resultados generados previos que apoyen al modelo digital tridimensional. Los siguientes ejemplos fueron realizados con el programa Lumion en su versión 8.0<sup>50</sup>.



*Figura 57. Recreación preliminar de lo que podría ser una zona chinampera en 1940. Elaboración propia.*



*Figura 58. Segunda recreación de lo que podría ser una zona chinampera en 1940. Elaboración propia.*

<sup>49</sup> Dicho término técnico proviene del inglés. Al no contar con una traducción oficial, se puede entender como el proceso que realiza una computadora para trabajar los datos y dibujar un gráfico, normalmente con la finalidad de representar escenarios fotorrealistas, en la pantalla (LPW, 2022).

<sup>50</sup> Lumion es un software de renderizado que mejora la comunicación de proyectos y traduce un entorno virtual a uno más real (LUMION, 2022).

## **Conclusiones**

En primer lugar, es importante aclarar que se ha comprobado la hipótesis inicial planteada para esta investigación, ya que se ha logrado un análisis geohistórico, al dimensionar las afectaciones ambientales (agua y suelo) y los cambios ocurridos en el sistema agroproductivo (cultivos) provocados por las transformaciones territoriales en un largo periodo de tiempo lejano al presente (1940 y 2020).

Es importante aclarar cómo solo algunas variables (principalmente árboles, islotes y agua) en este estudio han podido generar miles de nuevos datos, situación que se incrementaría al incorporar nuevas variables en análisis posteriores.

El estudio puede ser utilizado para medir la pérdida, no necesariamente de la superficie ocupada por los cuerpos agua, sino también, de otros elementos ambientales presentes en el territorio. Por otro lado, es necesario ampliar el análisis en intervalos intermedios entre el pasado y el presente para nutrir con mayor información y así poder cuantificar las transformaciones.

Con la información obtenida en esta investigación, es posible determinar que la zona chinampera de Mixquic puede recuperar entre el 40 y el 60 por ciento de la red canalera existente en 1940. Esto al tomar en cuenta las características territoriales del presente que se convierten por antonomasia en áreas potenciales para la conservación y desarrollo del agroecosistema chinampero.

La metodología empleada puede ser utilizada en otros sitios que no necesariamente deban ser agroecosistemas chinamperos, siempre y cuando cuenten con un ecosistema visible y recuperable.

Se espera que el trabajo de investigación coadyuve a la elaboración de diagnósticos específicos de la zona de estudio, además de convertirse en un referente que permita demostrar las condiciones en las que se encuentran, por ejemplo, el resto de las zonas chinamperas similares a la zona de estudio. Al determinar el estado de conservación con relación a la integralidad de las condiciones físicas (ambientales, geográficas, económicas, sociales, culturales).

De igual manera, esta investigación toma relevancia al ser un documento que permite aportar elementos valiosos para la toma de decisiones y acciones de política pública sobre el paisaje cultural de la localidad o resto de la Zona Patrimonio Mundial Natural y Cultural de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta.

La investigación cumplió con las expectativas establecidas en la metodología, por lo que se abren nuevos panoramas de análisis, al poder afirmar que esta metodología de investigación podrá ser utilizada, siempre y cuando se tomen en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1) Determinar cuáles son los elementos principales sobre el territorio a identificar según la temporalidad deseada. Esto al reconocer la diferencia entre lo urbano y lo rural, lo natural y lo productivo, la vegetación y los cuerpos de agua.
- 2) Se debe tener un conocimiento previo de la zona de estudio, tanto de una época presente, como las etapas temporales previas al mismo.
- 3) Es importante establecer límites en las escalas cartográficas, ya que de estas dependen el nivel de detalle a desarrollar y el tiempo para concluirlo.
- 4) Utilizar aerofotos que cuenten con la mayor calidad posible para poder realizar los mejores acercamientos posibles. Esto se debe a la necesidad constante de reconocer objetos que podrían medir menos de 5 metros de distancia (Como las canoas). Este parámetro dependerá de la escala deseada previamente.

### **Límites del estudio**

A pesar de generar un análisis a gran detalle en esta investigación, las limitaciones se dieron de diferentes maneras al momento de aplicar la metodología desarrollada:

- 1) La calidad de la fotografía no permitía superar la observación óptima por encima de la escala 1:400. Ya que, los objetos menores a 5 metros de distancia se perdían con gran facilidad en la mayoría de los casos y esto dificultó la identificación de objetos como canoas, bodegas pequeñas en las chinampas, así como algunos tipos de cultivo o áreas anegadas.



- 2) Al utilizar una fotografía monocromática, la identificación de los cuerpos de agua se vuelve un proceso tardado y confuso al momento de determinar por primera vez dicha superficie.
- 3) No es posible explicar fenómenos de desarrollo territorial con solo una muestra temporal, siempre será necesario realizar comparaciones con otros estadios temporales.
- 4) En espacios territoriales con características particulares (como lo es una zona chinampera) y con una aerofoto monocromática, identificar el tipo de cultivo es casi imposible de determinar en un principio, se requerirá del apoyo de otras fuentes documentales.
- 5) El método de fotointerpretación está limitado al tamaño de la fotografía georreferenciada escala 1:15,000 como máximo. Ya que, el uso de fotografías más grandes para ajustarlas en la mesa de trabajo digital, dificulta la correcta posición de la imagen, con relación al espacio territorial del análisis presente. Esto debido a la diferencia geoespacial que pueda presentarse en las diferentes proyecciones geográficas.

### **Líneas de investigación futuras**

Con relación a la generación de la base de datos histórica para el agroecosistema chinampero de San Andrés Mixquic, se pueden expresar las siguientes líneas de investigación:

1. Evaluar la captura de carbono de árboles, de vegetación diversa o de cultivos en la zona chinampera.
2. Determinar los factores que han hecho posible la generación de chinampas con formas irregulares con relación a sus homologas en otras zonas con las mismas características agroecosistémicas.
3. Relacionar el desarrollo de la chinampería con el desarrollo económico y social de la localidad.
4. Generar estudios similares para realizar comparaciones de época distintas a la establecidas en 1940.
5. Analizar el comportamiento superficial y por volumen de los cuerpos de agua.
6. Analizar el comportamiento de crecimiento del lirio acuático y vegetación en general.

7. Analizar el fenómeno de movilidad acuática y terrestre en la zona chinampera.
8. Determinar la relación social-cultural de los poblados de San Andrés Mixquic y San Nicolás Tetelco.
9. Realizar una estimación de producción agraria por volumen.
10. Estudiar la zona de estudio de acuerdo a los barrios originarios.

Con el uso de la metodología empleada en esta investigación, se han generado nuevas incógnitas sobre el territorio. Ver hacia el pasado es una manera de dar respuesta a los acontecimientos que se viven en el presente, y esto permite realizar comparativas de desarrollo más complejas que dan paso a nuevos resultados. Es conveniente decir que, el futuro de las investigaciones históricas debe reforzarse con mayores y mejores metodologías, porque material visual para analizar en México, hay, pero no son suficientes, por lo que en ocasiones el análisis de temporalidades está condicionada por la existencia del material fotográfico disponible. El rango de temporalidad abarca en este momento alrededor de 90 años atrás. Por lo tanto, existe un nicho de investigación en materia de análisis cartográficos históricos.



## Bibliografía

ARCGIS, 2018, *¿Qué es la clasificación de imagen?*, ArcGIS Desktop, [en línea]. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.4/extensions/spatial-analyst/image-classification/what-is-image-classification-.htm>

ARMILLAS, Pedro, 1971, *Gardens on Swamps*, en *Science*, vol. 174, Issue 4010, pp. 653-661.

ANTENUCCI, John, et. al., 1991, *Geographic Information Systems: A Guide to the Technology*, Springer US, Michigan University.

BERTALANFFY Ludwig von, 1986, *Teoría general de sistemas*, Fondo de Cultura Económica, Madrid.

BONO, R., & Arnau, J. (2008). *Estudios longitudinales de medidas repetidas: Modelos de diseño y análisis. Escritos de Psicología*, 32-41. Recuperado el 12 de octubre de 2021, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1989-38092008000300005&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1989-38092008000300005&lng=es&tlng=es).

CANACO (2021, 3 de abril). *Barrios mágicos de la CDMX*. Cámara de Comercio de la Ciudad de México. <https://ccmexico.com.mx/turismo-en-la-ciudad-de-mexico/>

CAPRA, Fritjof, 1996, *La trama de la vida*. Una nueva perspectiva de los sistemas. Barcelona, España.

CEPAL, 1991. Informe de la reunión regional para América latina y el Caribe preparatorio de la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo [En línea] [https://www.cepal.org/rio20/noticias/paginas/6/43766/Plataforma\\_de\\_91.ESP.pdf](https://www.cepal.org/rio20/noticias/paginas/6/43766/Plataforma_de_91.ESP.pdf) [Último acceso: 24 01 2021].

CHECKLAND Peter, 1993, *Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas*, Limusa, Reino Unido.

CONSEJO DE EUROPA, 1983, *Carta Europea de Ordenación del Territorio*, Torremolinos, España, p. 10.

CENAPRED, 2007, *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía en la Cuenca Lerma-Chapala*, México.

COMITÉ DEL PATRIMONIO MUNDIAL, 1992, *Strategic Orientations*, en el Anexo II del informe de la 16ª sesión del Comité del Patrimonio Mundial, UNESCO, Santa Fé, Estados Unidos.

BIODIVERSIDAD MEXICANA, 2020, *Vecinos verdes* [en línea]. Inicio | Biodiversidad Mexicana. [Consultado el 16 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/urbanos/ficha.php?item=Salix%20bonplandiana>

CUSTODIO, Emilio, 2011, *Hidrogeología en regiones semiáridas y áridas*, In: VII Congreso Argentino de Hidrogeología, V Seminario Hispano–Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea, Hidrogeología Regional y Exploración Hidrogeológica. Salta, Argentina: 1–17.

DAVID J. GRIMSHAW, 1994, *Senior Lecturer in Information Systems at the Cranfield School of Management, Cranfield University, Bedford, England*.

DÍAZ, Salvador, 2007, *Protección y rehabilitación del patrimonio cultural urbano*, Magazine de Servicios Gráficos, Ciudad de México.

DW Español, 2020, *Un sistema agrícola único en el mundo* [en línea]. YouTube. [Consultado el 16 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=xvjYspF3PxA>.

FALS, Borda, 1996, *Región e Historia: elementos sobre ordenamiento y equilibrio regional en Colombia*, 1 edición, Bogotá, Colombia.

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 2012, *Gaceta Oficial del Distrito Federal, Orden Jurídico Nacional*. Consultado el 14 01 2022.

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo76119.pdf>

GONZÁLEZ, Alberto, 2016, *Ocho décadas de decadencia en las chinampas de Xochimilco*, Diseño y Sociedad, (36-39), 2–3.

<https://disenoy sociedad.ojs.xoc.uam.mx/index.php/disenoy sociedad/article/view/398/395>

GONZÁLEZ, Alberto, et. al., 2010, *Las Chinampas de Xochimilco al despuntar el siglo XXI: inicio de su catalogación*, Universidad Autónoma Metropolitana, 202.

GONZÁLEZ, Alberto, et. al., 2015, *Las Chinampas Patrimonio Mundial de la Ciudad de México*, Universidad Autónoma Metropolitana, 202.

FAO, 2014, *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* [Página web], consultado: 7 de enero de 2022.

FUNDACIÓN ICA, 2021, *Quienes somos* [Consultado el 8 de septiembre de 2022]. Disponible en: [http://www.fundacion-ica.org.mx/quienes\\_somos](http://www.fundacion-ica.org.mx/quienes_somos).

GARCÍA, Rolando, 2006, *Sistemas Complejos, conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Gedisa, Barcelona, España.

HIERNAUX, Daniel, 1992, *La planeación de la ciudad de México: logros y contradicciones*, en Garza, Gustavo (comp.). En: Una década de planeación urbano-regional en México, 1978-1988. 1ra reimpr. ed. México: El Colegio de México, p. 238.

INEGI, 2010, *Marco geoestadístico 2010 versión 5.0*. [En línea] <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825292812> [Último acceso: 2 06 2020].

INEGI, 2015. *Marco geoestadístico 2019 versión 5.0*. [En línea] <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463776079> [Último acceso: 2 06 2020].

INEGI, 2020, *Sexto Censo de Población 1940-2020* [en línea], Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [Consultado el 16 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1940/>

JORDÁN, R., 2001, *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe, Cuba*, Planificación Física Cuba. ipf. Recuperado el 2021 de enero de 30, de <http://www.ipf.cu/es/revista/revistaplanificaci%C3%B3n-f%C3%ADsica-cuba-15>

MORIN, Edgar, 1990, *Introducción al pensamiento complejo*, Gedisa, Barcelona, España.

LÓPEZ, IGNACIO, 1956, *Poblado de Mixquic, vista parcial*, Mediateca, INAH. [En línea] [http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/search/mods\\_nombre\\_completo\\_mt%3A%28%22Nacho%20L%C3%B3pez%22~5%29](http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/search/mods_nombre_completo_mt%3A%28%22Nacho%20L%C3%B3pez%22~5%29).

LPW, 2022, *Definición de Rendering - Diccionario informático*, La Web del Programador, [En línea] <https://www.lawebdelprogramador.com/diccionario/Rendering/>.

LUMION, 2022, *Lumion S.L*, <https://www.lumion.es/>.

OLIVARES, Felipe, 2007, *Agricultura campesina, cambio y permanencia: el caso de Mixquic* [Tesis doctoral, Universidad Iberoamericana]. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/11/Agricultura-campesina-cambio-y-permanencia.pdf>, pág: 63.

ORTIZ, Luis, 2011, *Ley de Organización Política y Municipal del Distrito Federal de 1903 en* *Prontuario*. Codificación de acuerdos, bandos, circulares, decretos, leyes, reglamentos y demás disposiciones vigentes de la Secretaría de Gobernación y sus dependencias, México, Imprenta del Gobierno Federal, 1911, pág. 32-72.

PACHECO, E., & Blanco, M., 2015, *Metodología mixta: su aplicación en México en el campo de la demografía. Estudios demográficos y urbanos*. Editorial Scielo, 725-770. Recuperado el 11 de octubre de 2021.

ROBERTSON, Iain y RICHARDS, Penny, 2003, *Studyin g cultural land scapes*. Editorial Hodder Education Publishers, Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos.

ROJAS, Y. J., 2005, *Técnicas de investigación documental. Manual para la elaboración de tesis, monografías, ensayos e informes académicos*, 153-154, Editorial Thomson, México.

ROUSSILHE, M.-H., 1921, *Application de la photographie aérienne a la réfection du Cadastre*. École Speciale de Travaux Publics, París.

RUIZ, Mucio. ARANDA, Florencio, RAMÍREZ, Carlos, 1992, *Plan de recuperación ecológica en la zona de chinampas. Regeneración urbana en Mixquic D.F*, P: 30 [Grado de arquitecto, UNAM]. <http://132.248.9.195/pmig2016/0184220/0184220.pdf>.

SALISHEV, K. A, 1990, *Fundamentos de cartografía*, Moscú, Universidad de Moscú.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio, Pilar, 1998, *Metodología de la investigación*, México, Mc Graw Hill.

SABATÉ, Joaquín, 2008, *Paisajes culturales y proyecto territorial*, en *El paisaje en la cultura contemporánea*, Biblioteca Nueva, (J. Nogué, Ed.), col. Paisaje y Teoría, Madrid, España.

SASTRE, Pablo, (2010). Instituto Geológico y Minero de España, *Sistemas de Información Geográfica (SIG): Técnicas básicas para estudios de biodiversidad*. GBIT.es, 2010.pdf, pág. 2

SEGOB, 1986, *DECRETO por el que se declara una zona de monumentos históricos en las Delegaciones de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, D.F. en Diario Oficial de la Federación*. Secretaría de Gobernación de la Ciudad de México, Obtenido de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4821417&fecha=04/12/1986](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4821417&fecha=04/12/1986), Ciudad de México, México.

SEMARNAT, 2016, *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. En Compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave y desempeño ambiental desempeño ambiental y de crecimiento verde*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México, México.

SSSA, 2020, *Glossary of Soil Science Terms*. Disponible en: [www.soils.org](http://www.soils.org). Fecha de consulta: julio de 2012.

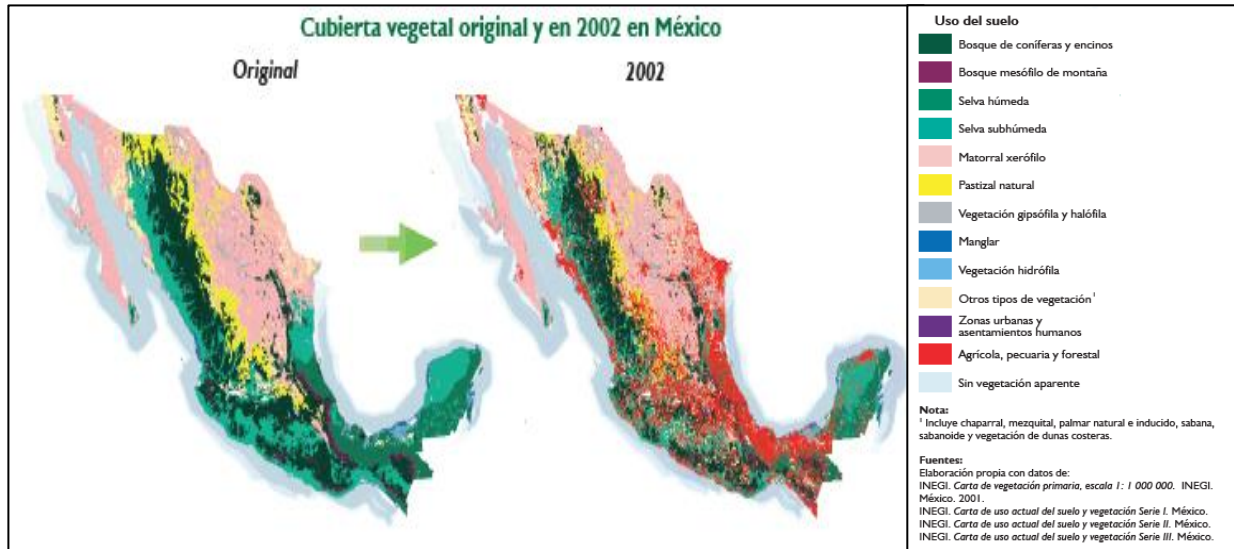
SUMNER, M, 2000, *Handbook of soil science*, CRC, Nueva York.

STAKE, R. E., 1999, *Investigación con estudios de casos*. Madrid: Morata.

UNIVERSITY OF MICHIGAN, 1972, *Mixquic Bentley Historical Library: Jeffrey R. Parsons Archaeological Sites Images*, U-M Library Digital Collections, [https://quod.lib.umich.edu/cgi/i/image/image-idx?rgn1=ic\\_all&q1=Mixquic&type=boolean&view=reslist&c=bhl3ic](https://quod.lib.umich.edu/cgi/i/image/image-idx?rgn1=ic_all&q1=Mixquic&type=boolean&view=reslist&c=bhl3ic)

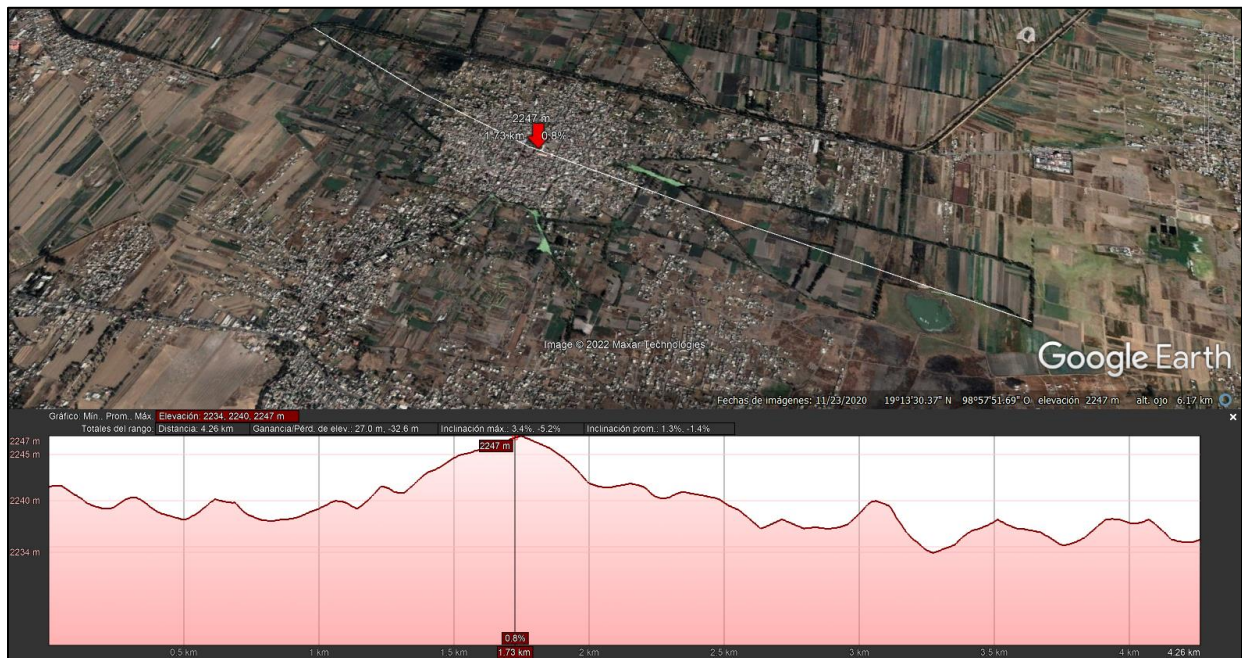
## Anexos

### Anexo I. Representación de la transformación de la cubierta vegetal en México



Fuente: SEMARNAT. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_resumen/02\\_vegetacion/cap2.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen/02_vegetacion/cap2.html)  
Fecha de consulta: 14/01/2021.

### Anexo II. Perfil de elevación de San Andrés Mixquic



Perfil de elevación de la zona de estudio donde se muestra una altitud promedio de 2,247 msnm. Elaboración propia con base en datos obtenidos de Google Earth 2022.





Anexo III. Elementos fundamentales que se consideran particulares de la zona chinampera



*Esquema sobre las características de la zona chinampera. Por sus componentes particulares: cauce, islote, arbolado y actividad productiva. Elaboración propia con visuales de la FAO, 2018.*

Anexo IV. Cédula de captura de datos aplicada en la zona de estudio

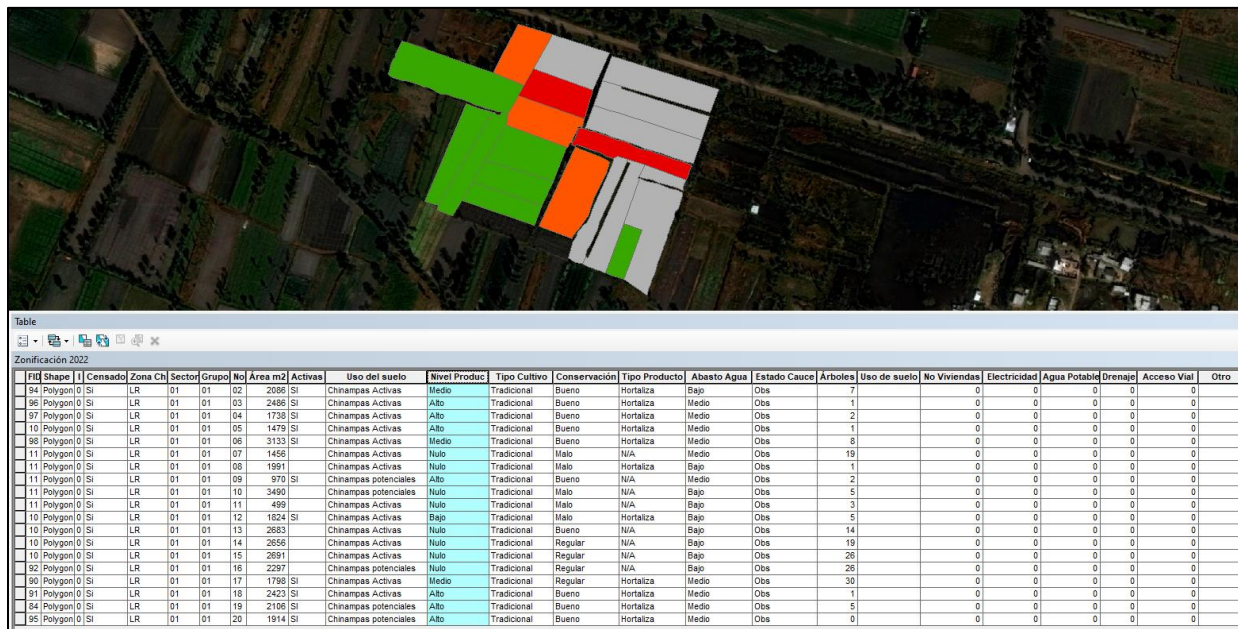
 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA Unidad Xochimilco		<b>ESTUDIO PARA LA GENERACIÓN DE DATOS CARTOGRÁFICOS HISTÓRICOS SOBRE AGROECOSISTEMAS CHINAMPEROS EN SAN ANDRÉS MIXQUIC, CIUDAD DE MÉXICO</b>				 Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño														
RESPONSABLE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EDUARDO FUENTES FULLER						ÁREA DE CONCENTRACIÓN: SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL														
CÉDULA DE CAPTURA DE DATOS																				
FOLIO:		FECHA:		/ /		ENCUESTADOR:		COORD. X		-----										
CLAVE DE SECTOR		CLAVE DE GRUPO		CLAVE DE ZON CH		COORD. Y		-----		-----										
<b>1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CHINAMPA</b>																				
Chinampas	Activas		Número de canales					Estado de cauces (canal)				Número Árboles	Chinampas anegadas	Chinampas habitadas (No. de viviendas)						
			1	2	3	4	Más	Navegable	Obstruido	Cegado.	Seco			1	2	3	4	5		
01	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
02	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
03	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
04	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
05	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
06	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
07	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
08	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
09	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
31	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
32	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
33	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
34	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
35	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
36	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
37	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
38	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
39	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
40	Si	No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>2.- NOTAS</b>																				
01																				
02																				
03																				
04																				

Cédula de levantamiento para trabajo de campo para generar un registro mediante una base de datos y posterior procesamiento en la mesa de trabajo digital con Arcmap. Elaboración propia.

## Anexo V. Sistematización de los datos en una base de datos digital

FI	Shape	I	Censado	Zona CH	Sector	Grupo	No	Área m2	Activas	Uso del suelo	Nivel Produc	Tipo Cultivo	Conservación	Tipo Producto	Abasto Agua	Estado Cauce	Árboles	Uso de suelo	No Viviendas	Electricidad	Agua Potable	Drenaje	Acceso Vial	Otro
94	Polygon	0	Si	LR	01	01	02	2086	Si	Chinampas Activas	Medio	Tradicional	Bueno	Hortaliza	Bajo	Obs	7		0	0	0	0	0	0
96	Polygon	0	Si	LR	01	01	03	2486	Si	Chinampas Activas	Alto	Tradicional	Bueno	Hortaliza	Medio	Obs	1		0	0	0	0	0	0
97	Polygon	0	Si	LR	01	01	04	1736	Si	Chinampas Activas	Alto	Tradicional	Bueno	Hortaliza	Medio	Obs	2		0	0	0	0	0	0
10	Polygon	0	Si	LR	01	01	05	1479	Si	Chinampas Activas	Alto	Tradicional	Bueno	Hortaliza	Medio	Obs	1		0	0	0	0	0	0
98	Polygon	0	Si	LR	01	01	06	3133	Si	Chinampas Activas	Medio	Tradicional	Bueno	Hortaliza	Medio	Obs	8		0	0	0	0	0	0
11	Polygon	0	Si	LR	01	01	07	1456	Si	Chinampas Activas	Nulo	Tradicional	Malo	N/A	Medio	Obs	19		0	0	0	0	0	0
11	Polygon	0	Si	LR	01	01	08	1991	Si	Chinampas Activas	Nulo	Tradicional	Malo	Hortaliza	Bajo	Obs	1		0	0	0	0	0	0
11	Polygon	0	Si	LR	01	01	09	970	Si	Chinampas potenciales	Alto	Tradicional	Bueno	N/A	Medio	Obs	2		0	0	0	0	0	0
11	Polygon	0	Si	LR	01	01	10	3490	Si	Chinampas potenciales	Nulo	Tradicional	Malo	N/A	Bajo	Obs	5		0	0	0	0	0	0
11	Polygon	0	Si	LR	01	01	11	499	Si	Chinampas Activas	Nulo	Tradicional	Malo	N/A	Bajo	Obs	3		0	0	0	0	0	0
10	Polygon	0	Si	LR	01	01	12	1824	Si	Chinampas Activas	Bajo	Tradicional	Malo	Hortaliza	Bajo	Obs	5		0	0	0	0	0	0
10	Polygon	0	Si	LR	01	01	13	2683	Si	Chinampas Activas	Nulo	Tradicional	Bueno	N/A	Bajo	Obs	14		0	0	0	0	0	0
10	Polygon	0	Si	LR	01	01	14	2656	Si	Chinampas Activas	Nulo	Tradicional	Regular	N/A	Bajo	Obs	19		0	0	0	0	0	0
10	Polygon	0	Si	LR	01	01	15	2691	Si	Chinampas Activas	Nulo	Tradicional	Regular	N/A	Bajo	Obs	26		0	0	0	0	0	0
92	Polygon	0	Si	LR	01	01	16	2297	Si	Chinampas potenciales	Nulo	Tradicional	Regular	N/A	Bajo	Obs	26		0	0	0	0	0	0
90	Polygon	0	Si	LR	01	01	17	1798	Si	Chinampas Activas	Medio	Tradicional	Regular	Hortaliza	Medio	Obs	30		0	0	0	0	0	0
91	Polygon	0	Si	LR	01	01	18	2423	Si	Chinampas Activas	Alto	Tradicional	Bueno	Hortaliza	Medio	Obs	1		0	0	0	0	0	0
94	Polygon	0	Si	LR	01	01	19	2106	Si	Chinampas potenciales	Alto	Tradicional	Bueno	Hortaliza	Medio	Obs	5		0	0	0	0	0	0
95	Polygon	0	Si	LR	01	01	20	1914	Si	Chinampas potenciales	Alto	Tradicional	Bueno	Hortaliza	Medio	Obs	0		0	0	0	0	0	0

Datos obtenidos de la cédula de levantamiento en la mesa de trabajo de ArcGIS. Elaboración propia.



Muestra de la categoría sobre el nivel de producción de un grupo de chinampas. Elaboración propia.

Anexo VI. Archivo fotográfico del levantamiento de campo



*Chinampas activas en la zona chinampera de Los Reyes. Recorrido de campo, en compañía de las compañeras del área de Sustentabilidad Ambiental. Fuente: Propia, 2021.*



*Punto de distribución de agua en la zona chinampera de Los Reyes. Fuente: Propia, 2021.*



*Chinampas inactivas en la zona chinampera de Los Reyes. Fuente: Propia, 2021.*



*Sendero entre islotes en la zona chinampera de Los Reyes. Fuente: Propia, 2021.*



*Viviendas irregulares frente a una zona anegada en la zona chinampera de Los Reyes. Fuente: Propia, 2021.*



*Sendero dentro de un islote activo en la zona chinampera de Los Reyes. Fuente: Propia, 2021.*



*Gran acumulación de árboles en el horizonte en la zona chinampera de Los Reyes. Fuente: Propia, 2021.*



*Ejemplo de un ahuejote, árbol comúnmente asociado a zonas chinamperas, en la zona chinampera de Los Reyes. Fuente: Propia, 2021.*





*Segundo ejemplo de un ahuejote, árbol comúnmente asociado a zonas chinamperas, en la zona chinampera de San Agustín. Fuente: Propia, 2021.*



*Recorrido de campo, en compañía de las compañeras del área de Sustentabilidad Ambiental, en la zona chinampera de San Agustín. Fuente: Propia, 2021.*



*Chinampas activas en primer plano, viviendas y ahuejotes en el horizonte próximo, en la zona chinampera de Los Reyes. Recorrido de campo, en compañía de las compañeras del área de Sustentabilidad Ambiental. Fuente: Propia, 2021.*



*Áreas de cultivo anegadas, en la zona chinampera de San Agustín. Fuente: Propia, 2021.*



*Poca presencia de árboles en algunas chinampas, en la zona chinampera de San Agustín. Fuente: Propia, 2021.*

Anexo VII. Archivo fotográfico de levantamiento de campo con vuelos de dron



*Visual aérea de la zona de asentamientos humanos irregulares de Los Reyes frente a su zona chinampera. Fuente: Propia, 2022.*



*Visual aérea de la zona de asentamientos humanos irregulares en la zona chinampera de San Agustín. Fuente: Propia, 2022.*



*Visual aérea del canal que divide la zona chinampera de San Agustín de Los Reyes. Fuente: Propia, 2022.*



*Visual aérea de la zona chinampera de Los Reyes junto a asentamientos humanos irregulares. Fuente: Propia, 2022.*



*Visual aérea de la zona chinampera de San Agustín, en el horizonte se aprecia el volcán Teuhtli. Fuente: Propia, 2022.*



*Visual aérea de los barrios originarios de Los Reyes y San Bartolomé, en el horizonte a la izquierda se aprecia el volcán de Xico. Fuente: Propia, 2022.*



*Visual aérea del barrio de San Agustín, en el horizonte se aprecia la zona chinampera de San Miguel. Fuente: Propia, 2022.*



*Visual aérea del barrio de San Agustín y San Miguel. Fuente: Propia, 2022.*



*Embarcadero de la zona chinampera de San Agustín Acompañamiento de la visita de campo con el tutor y colegas de la universidad. Fuente: Propia, 2022.*



*Embarcadero de la zona chinampera de San Miguel. Acompañamiento de la visita de campo con el tutor y colegas de la universidad. Fuente: Propia, 2022.*





*Visual aérea del canal Amecameca que sirve como límite entre la Ciudad de México y el Estado de México. Fuente: Propia, 2022.*



*Visual aérea de la zona chinampera de San Agustín. Fuente: Propia, 2022.*



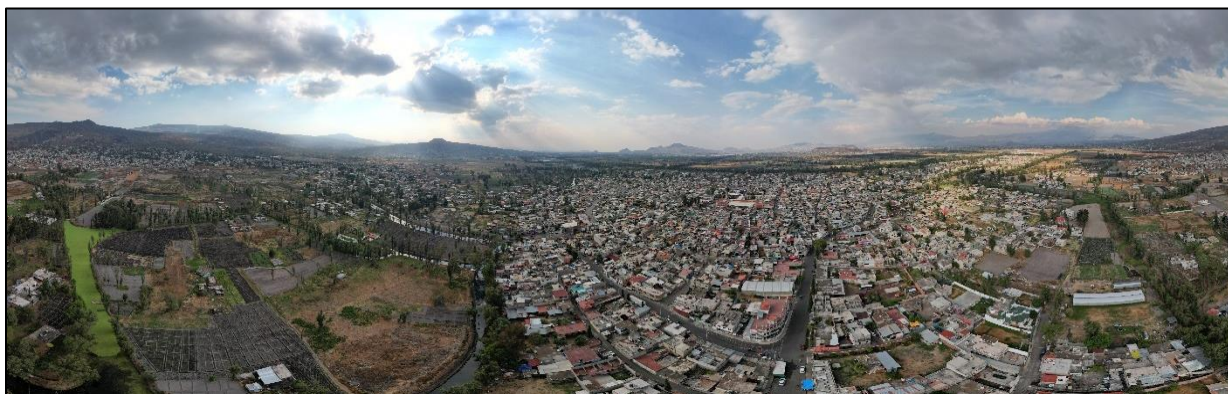
*Visual aérea del canal Amecameca que sirve como límite entre la Ciudad de México y el Estado de México.  
Fuente: Propia, 2022.*



*Visual de 360 grados de ángulo de visión de la zona chinampera de Los Reyes y San Agustín, 2022.*

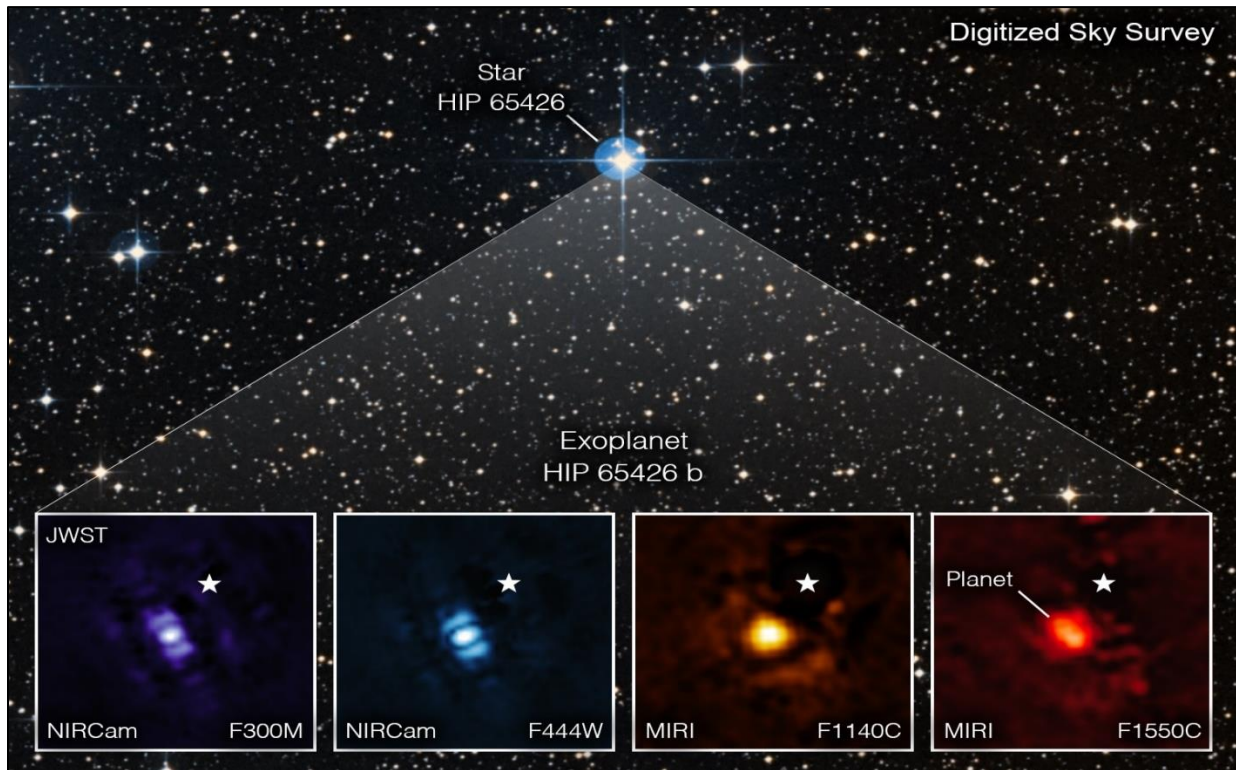


*Visual de 360 grados de ángulo de visión de la zona chinampera de San Agustín, 2022.*



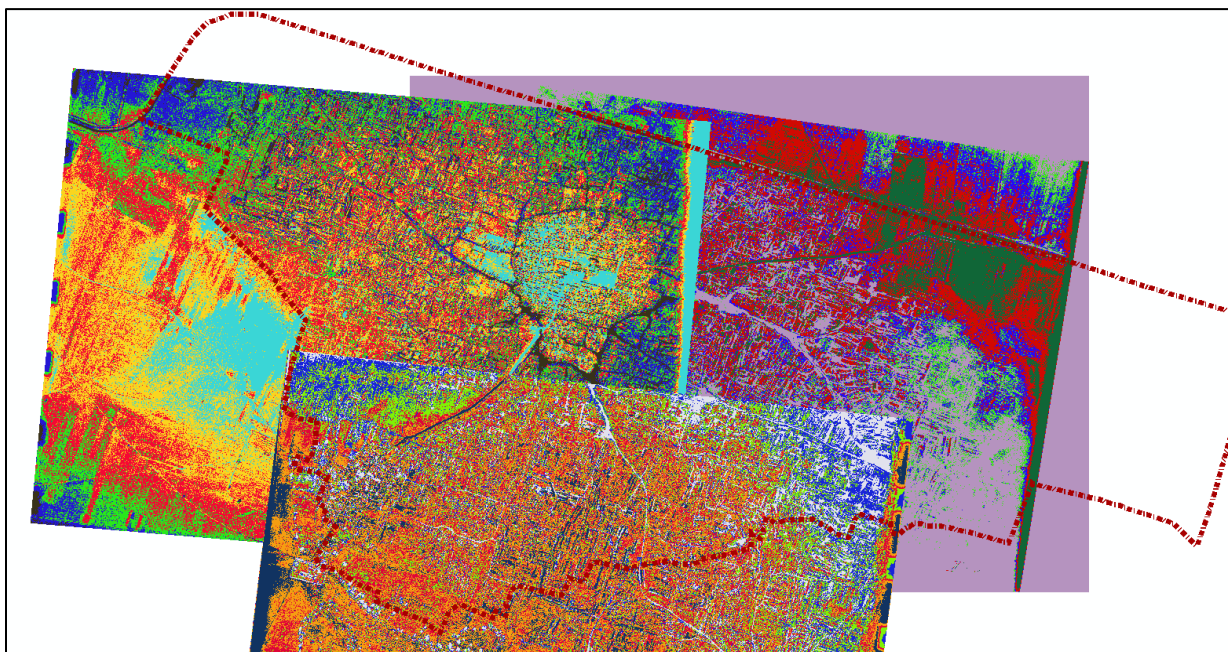
*Visual de 360 grados de ángulo de visión de la zona chinampera de San Miguel y San Bartolomé, 2022.*

## Anexo VIII. Fotointerpretación astronómica

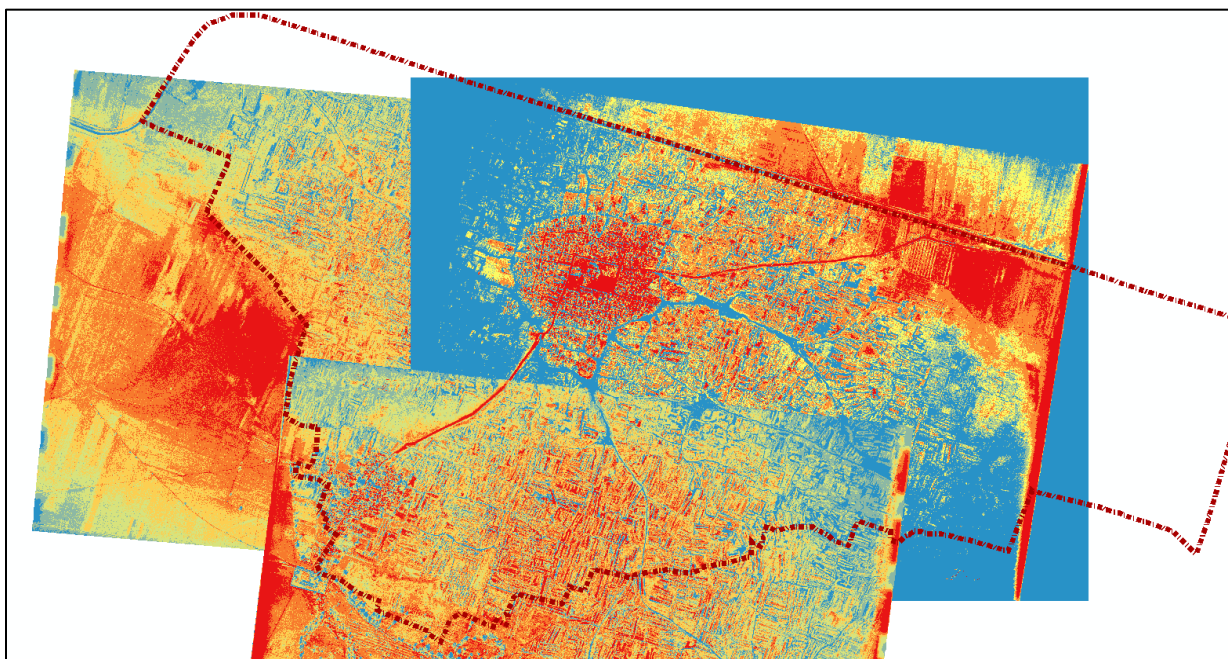


*Ejemplo de una fotointerpretación realizada por la NASA para identificar un exoplaneta a través de la observación de un objeto lejano mediante pixeles peculiares vistos por diferentes filtros que utiliza el telescopio espacial James Webb. Fuente: James Webb Spacial Telescope (JWST) <https://webbtelescope.org/contents/media/images/01GBT1E93YV7YND5MFS1603FWJ>. Fecha de consulta: 18/05/2022.*

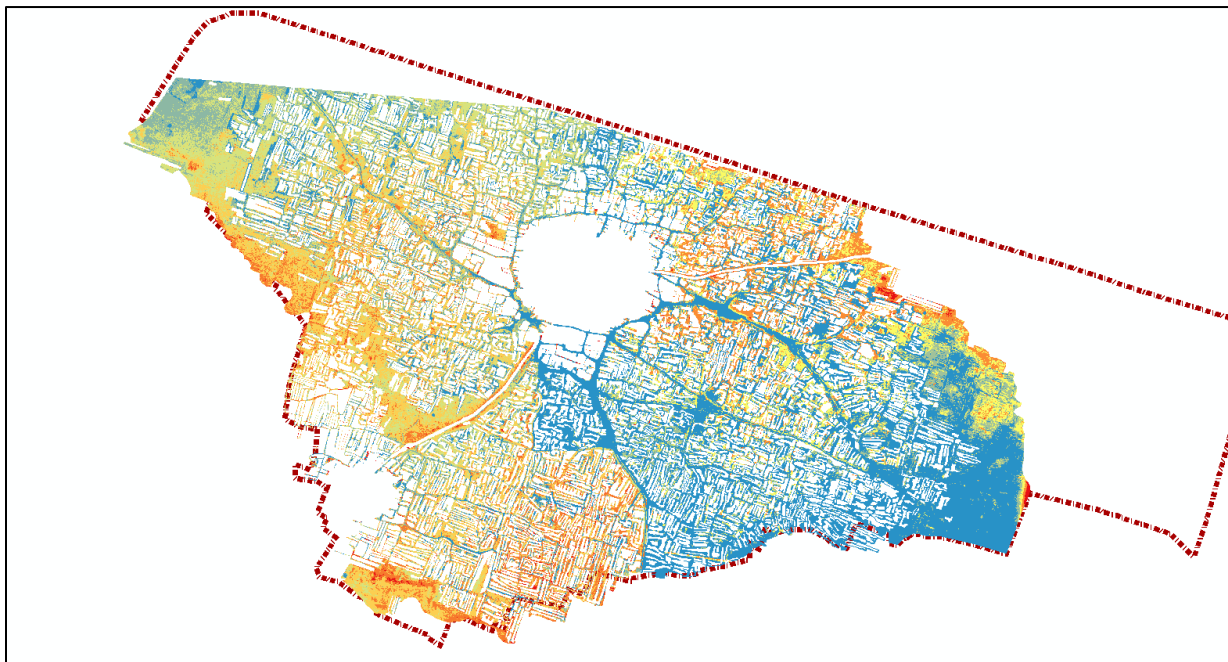
## Anexo XIX. Mosaico procesadas mediante SIG de tres aerofotos de 1940



*Mosaico de aerofotografías de 1940, procesadas mediante la técnica de clasificación de imagen, donde una infinidad de píxeles distribuidos en cada imagen se clasifica en seis rangos para una mejor interpretación. Elaboración propia.*



*Resultado de la generación de polígonos digitales (vectores cartográficos traducidos a un SIG), para manipular la información en la mesa de trabajo digital. Elaboración propia.*



*Resultado de separar el polígono que corresponde a cauces identificados en 1940 con los polígonos obtenidos de la clasificación de imagen. Donde es posible apreciar la clasificación de rangos de color establecidos para posteriormente realizar una interpretación de los estados de cauces en el agroecosistema chinampero. Elaboración propia.*