Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Arquitectura

Taller Hídrico Urbano

PROPUESTAS ALTERNATIVAS PARA LA OCUPACIÓN DE TERRITORIO VULNERABLE

REESTRUCTURACIÓN DE LA ZONA DE EQUIPAMIENTO EN SAN LUIS TLAXIALTEMALCO, CIUDAD DE MÉXICO

Tesis que para obtener el título de

Arquitectos

presentan:

Luis Iván Contreras Torres
Rafael Milla Acosta
Iván Rangel Padrón

Sinodales:

M. Arq. Loreta Castro Reguera Mancera
M. Arq. Ivonne Labiaga Peschard
M. Arq. Elena Tudela Rivadeneyra

Ciudad Universitaria, CDMX
Octubre, 2021

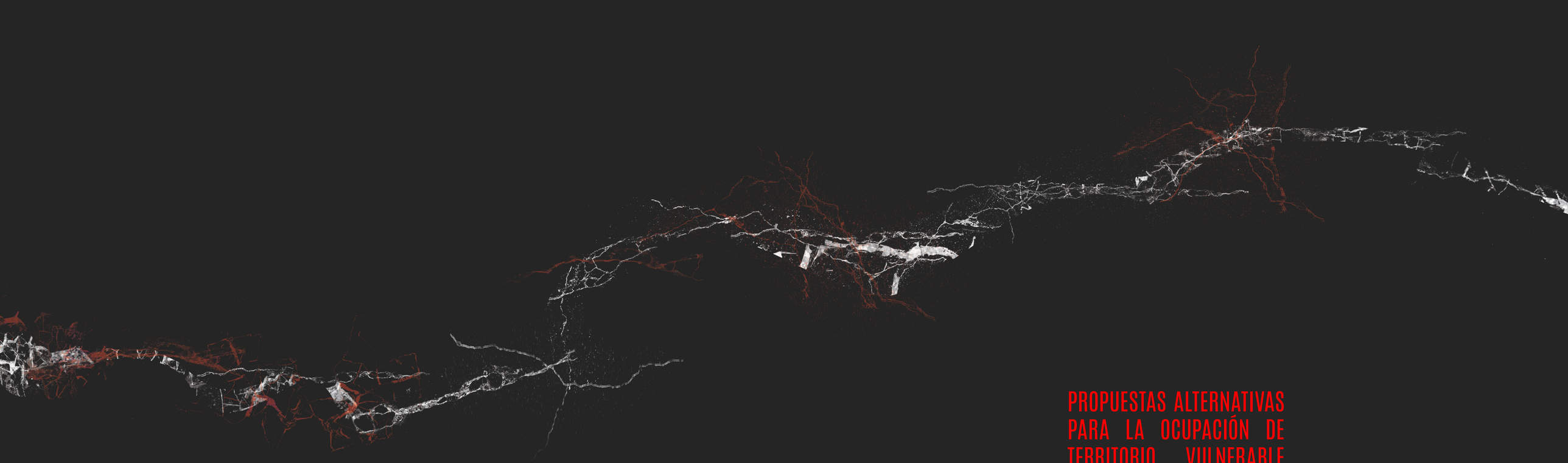
Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



PROPUESTAS ALTERNATIVAS PARA LA OCUPACIÓN DE TERRITORIO VULNERABLE

REESTRUCTURACIÓN DE LA ZONA DE EQUIPAMIENTO EN SAN LUIS TLAXIALTEMALCO

AGRADECIMIENTOS

A lo largo del desarrollo de esta tesis el equipo recibió apoyo especial de distintos puntos, las profesoras asesoras dentro del Taller Hídrico Urbano nos otorgaron la estructura y guía esencial para completar este documento, mas nos gustaría nombrar la participación de otros personajes que ayudaron a concretar nuestras ideas, involucrarnos en temas de su especialidad e impulsarnos a buscar la esencia de lo que tratábamos de expresar

El trabajo colaborativo con Barnard / Columbia University en distintas etapas del documento sirvió como un revulsivo en el entendimiento de la situación que abordábamos en Xochimilco, la labor en conjunto realizada con estudiantes que tienen otro tipo de formación aplicada en la solución de la misma problemática, nos abrió la oportunidad de reinterpretar la postura anteriormente planteada y abrir el compás de posibilidades a un esquema nutrido por ideas de distintas ramas de estudio. Interactuar de manera personal y académica con los miembros del taller “Water Communities” en México y Nueva York influyó en la composición final de nuestra propuesta.

Ignacio González Galán, profesor titular del taller “Water Communities” y miembro de la facultad de Barnard + Columbia Colleges, nos apoyó en aspectos generales dentro de la colaboración entre las dos universidades y de manera personal al recibirnos como investigadores independientes por un periodo de tres meses en la ciudad de Nueva York. En el tiempo que recibimos la asesoría personalizada de Ignacio, pudimos explorar el rol que nuestras ideas tienen en la sociedad, como la arquitectura se desenvuelve en una conformación compleja de relaciones y actores que debemos observar para consecuentemente actuar de manera apropiada en un sitio. Además, pudimos replantear la forma gráfica de analizar un sitio, señalando los elementos que lo conforman y cómo esta estructura única es importante para su intervención.

También agradecemos a Raúl Gutiérrez Calderón, jefe del Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos en la alcaldía Iztapalapa, por introducirnos a los temas de suelo y grietas en la Ciudad de México. Con su asesoría y consejo pudimos adentrarnos al vasto tema de la geología y geotécnica para establecer las bases en nuestra búsqueda de relacionar las intenciones arquitectónicas con la situación geológica de la ciudad.

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

11 INTRODUCCIÓN
19 MARCO TEÓRICO
27 HIPÓTESIS
31 OBJETIVOS
34 Objetivos Particulares
35 Objetivos de Proyecto
37 METODOLOGÍA
47 CAPITULO 1 LA CUENCA DE MÉXICO
49 Antecedentes históricos y el proceso de desecación de la cuenca de México
53 Del periodo Prehispánico hasta el México Moderno
60 Abastecimiento de agua para la Ciudad de México
65 El drenaje de la cuenca
68 Crecimiento poblacional en la Ciudad de México
73 Conclusiones
75 CAPITULO 2 XOCHIMILCO Y SUS PUEBLOS ORIGINARIOS
80 Situación actual en Xochimilco
84 Programa Delegacional de Desarrollo y otros planes de desarrollo para Xochimilco
86 Diagnóstico de la zona de estudio
89 El sismo 19S en Xochimilco
92 Pronóstico de la zona de estudio
95 Conclusiones
97 CAPITULO 3 ANÁLISIS URBANO DEL POLÍGONO REGIONAL
102 Geología
104 Edafología
106 Hidrología
108 Zona chinampera
110 Suelo de conservación
112 Mancha Urbana y Espacio Libre
114 Áreas verdes y agricultura
116 Hundimientos e inundaciones
118 Clasificación del suelo y grietas
120 Red de abastecimiento de agua
122 Red de drenaje y tratamiento de agua
124 Movilidad y transporte
126 Diagnóstico de zona de estudio
128 Pronóstico de zona de estudio
132 Conclusiones
135 CAPITULO 4 PLAN MAESTRO PARA LA ZONA CHINAMPERA DE XOCHIMILCO Y SUS PUEBLOS ORIGINARIOS

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

138 Delimitación del Polígono
140 Subdivisión del Polígono
142 Estrategias
144 Estrategia 1
146 Estrategia 2
148 Estrategia 3
150 Estrategia 4
152 Estrategia 5
154 Plan Maestro
158 Polígonos de acción
162 Conclusiones
165 CAPITULO 5 LA GRIETA Y SU IMPACTO EN EL TERRITORIO
172 Terminología
173 La grieta geotécnica en el Valle de México
186 Hundimiento del Valle de México
190 Las grietas en Xochimilco después del sismo 19S
194 Consecuencias y estrategias de mitigación. Soluciones técnicas
201 Plan de acción para la zona de transición e identificación de áreas con potencialidad
208 La grieta geotécnica en San Luis Tlaxialtemalco
212 Conclusiones
215 CAPITULO 6 ANÁLISIS URBANO DEL POLÍGONO DEL PROYECTO
221 Infraestructura hidráulica y desarrollo urbano
226 Patrimonio cultural
229 Problemática actual
230 Localización de predios potenciales
238 Estado actual del sitio
258 Intenciones de diseño
260 Análogos
274 Programa arquitectónico
276 Primeras propuestas
283 CAPITULO 7 PROYECTO URBANO ARQUITECTÓNICO EN SAN LUIS TLAXIALTEMALCO
286 Diagramas de sistemas
290 Plan de conjunto
294 Funcionamiento del sistema hídrico del sitio
296 1. Sistema de terrazas
302 2. Museo del agua
306 3. Red de distribución y desalojo de agua tratada
310 4. Estructuras de captación de agua
324 5. Plazas, fuentes y canales
330 Espacio público
334 Vivienda
342 Proceso de captación de agua pluvial en viviendas
347 CONCLUSIONES
353 BIBLIOGRAFÍA
359 Referencias bibliográficas
363 Imágenes
369 Gráficos



INTRODUCCIÓN

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



IMAGEN 1. Zona Ejidal de San Gregorio Atlapulco. Rafael Milla Acosta. (2017).

INTRODUCCIÓN

Generación de propuestas de carácter urbano - arquitectónicas como resultado del estudio y entendimiento del territorio en la Cuenca de México.

El Taller Hídrico Urbano se enfoca en el estudio del manejo del agua dentro dentro de la Cuenca de México. Analizando su relación con otros elementos urbanos se generan propuestas de escala regional y estas a su vez crean proyectos arquitectónicos que fomentan la integración del medio natural con el desarrollo urbano. La presente tesis aborda el desarrollo de una propuesta urbano – arquitectónica en el contexto de la delegación Xochimilco, específicamente en la zona del Ejido de San Gregorio y el pueblo originario de San Luis Tlaxialtemalco.

El crecimiento demográfico y la inmigración dentro de la Cuenca del Valle de México han sido unos de los factores principales en el desarrollo de la ciudad, este crecimiento desmedido ha generado la invasión de territorio sin control y sin conciencia por su impacto en los sistemas naturales del sitio; en el caso de Xochimilco el crecimiento de asentamientos irregulares ha ocupado gran parte de sus zonas protegidas dañándolas de manera importante, igualmente este factor ha creado situaciones negativas en términos de planeación urbana, infraestructura, equipamiento, deterioro en la relación con el agua y entendimiento de su contexto inmediato, entre otros. De manera complementaria, estas problemáticas fueron avivadas por los sismos que impactaron la Ciudad de México el 19 de septiembre del 2017, dejando a Xochimilco como un sitio de alta vulnerabilidad a esta y más problemáticas.

Analizar y entender la situación del sitio es la base para generar propuestas de planeación

urbana y arquitectónica, generar la conexión entre todos los factores que se desenvuelven en Xochimilco es la única forma de encontrar posibles soluciones que impacten de manera positiva en distintos niveles de organización. Es por lo que el desarrollo del proyecto comienza con una etapa de investigación adentrándose en todos los elementos que conforman el lugar, un análisis y comprensión de estos factores serán los lineamientos para la generación de una propuesta. El objetivo final es presentar un proyecto, de planeación regional, propuesta arquitectónica y de espacio público en donde los factores nocivos para el contexto sean mitigados.

Durante el proceso de investigación es importante conocer los antecedentes históricos que han sido relevantes para la conformación de la actualidad del sitio, desde su papel en la complejidad de la Cuenca del Valle de México, hasta la estructura de su propio sistema, la relevancia en términos históricos e hídricos, específicamente de Xochimilco, y el desarrollo que ha tenido como lugar urbano con un ambiente inmediato de importancia natural. Xochimilco se involucra de manera importante con la Cuenca del Valle de México, lo que sucede en una impacta a la otra de manera directa; las problemáticas del sitio son resultado de su conexión directa con la Cuenca y el desequilibrio natural que ha sufrido debido a la creciente urbanización, pero también enfrenta problemas en su territorio que son resultado de las actividades específicas del lugar, por lo que Xochimilco se debe estudiar desde una escala regional en conjunto con una escala delegacional para entender de manera integral la problemática que lo afecta.

Dentro de Xochimilco se encuentra un sitio de alta importancia tradicional y para el sistema hídrico de la zona, San Gregorio Atlapulco es un pueblo originario de la Ciudad de México que es el centro de mayor presencia de Chinampas productivas. Su relevancia dentro de Xochimilco, en conjunto con la gran devastación que sufrió en su área urbanizada después del sismo del 19 de Septiembre del 2017, fue el centro de atención para generar un estudio de la zona en búsqueda de encontrar estrategias para reactivar las actividades del sitio. Entender los factores que actuaban en San Gregorio y sus alrededores, su historia, aspectos sociales, económicos, urbanos y ambientales, es la base para fundamentar cualquier acción que pretenda involucrar el medio natural de Xochimilco.

La investigación del sitio abrió paso para proponer un plan maestro de la zona, una serie de estrategias que pretenden impactar en distintos ámbitos de las actividades del lugar y generar un cambio positivo en estas y en otros factores que dependen de ellas. El manejo de agua, la reestructuración de infraestructura, la mitigación de la mancha urbana, la movilidad, la adecuación a un contexto de hundimientos y agrietamientos, fueron los puntos de inflexión que una vez trabajando en conjunto pueden impactar a la situación actual de acuerdo con un plan de acción establecido por el Taller.

Estableciendo un Plan Maestro para la zona se inició la concepción de proyectos enfocados a cada uno de los temas de relevancia reconocidos. Estas propuestas específicas plantean una solución urbano – arquitectónica en diferentes puntos del polígono de estudio donde la solución a la problemática del lugar será de gran impacto para el polígono y sus habitantes. Este trabajo de tesis desarrolla un proyecto enfocado al entendimiento del territorio en San Luis Tlaxialtemalco, la manera de adecuar el entorno natural y construido a las condiciones de hundimientos y agrietamientos que existen en el sitio; una propuesta de vivienda, equipamiento y espacio público que vinculado con el agua pueden generar una solución integral a la problemática general de suelo que se encuentra a lo largo de la Zona de Transición en el Valle de México.

La estructura de este documento inicia con el marco teórico del que parte el proceso de investigación, estos son los autores, teorías y corrientes urbano - arquitectónicas que establecen los parámetros sobre los que se asientan las bases de la propuesta final. A continuación, se determina una hipótesis general, este enunciado guía el trabajo de investigación de acuerdo con datos o factores que se pretenden confirmar, las conclusiones de este proceso proporcionan un mejor entendimiento del sitio y alimentan directamente la etapa de propuestas.

El siguiente capítulo es Objetivos, aquí se enuncia el propósito del documento con los alcances que pretende cubrir, aquí se establecen objetivos generales y particulares de la etapa de investigación y objetivos del proyecto propuesto. Para cubrir con esta serie de alcances se establece la Metodología, esto es la estructura específica que se seguirá durante todo el trabajo de investigación y propuestas, en este apartado se determina el proceso y forma

de trabajo que se seguirá a lo largo de todas las etapas del documento.

El primer capítulo introduce la situación de la Cuenca de México a lo largo de la historia hasta llegar a la actualidad, comprender la transformación del territorio a través del tiempo permite crear un entendimiento de las características que definen a la Cuenca hoy. El análisis general de la Cuenca permite enfocar el estudio en sitios específicos que la conforman.

En el capítulo dos, se aborda el caso de Xochimilco como un sitio natural de gran importancia en la Cuenca de México. Xochimilco aporta de manera significativa en aspectos hídricos, flora, fauna y cultura a la situación de la Cuenca y la Ciudad de México, sus pueblos originarios mantienen tradiciones y costumbres arraigadas al agua y el medio natural que lo convierten en un sitio relevante para el estudio de factores ambientales y humanos.

El capítulo tres presenta un análisis urbano del polígono regional de estudio, algunos de los aspectos que se desarrollan son: las características del territorio, sus actividades humanas, presencia de equipamiento, infraestructura y situación hídrica, entre otros. Todos estos aspectos son importantes para generar una lectura del polígono y su situación actual, de forma que este análisis se vea reflejado en las propuestas posteriores.

De acuerdo con el análisis del polígono se plantea un plan maestro para la zona. En el capítulo cuatro se desarrollan una serie de estrategias concebidas en base a las problemáticas que presenta el polígono regional, estas estrategias engloban temas de agua, movilidad y áreas protegidas. Este plan maestro busca establecer una serie de acciones para la zona que permitan mejorar considerablemente la situación de sus habitantes.

Como resultado del proceso de investigación y análisis anterior se señala la problemática de agrietamientos como un factor de gran importancia para el trabajo subsecuente, es por eso que el capítulo cinco abre un estudio general de lo que significa una grieta geotécnica, su presencia en el territorio de la Ciudad de México y el impacto que tiene en las edificaciones de zonas vulnerables.

Todo el proceso de investigación concluye en la determinación de un polígono local de estudio, en donde convergen problemáticas generales de escala regional con una presencia importante de agrietamientos. El capítulo seis aborda el análisis urbano del polígono local, conocer de manera específica lo que pasa dentro de esta zona establece los lineamientos para la generación de una propuesta urbano - arquitectónica.

El último capítulo presenta el resultado final de la propuesta urbano - arquitectónica, en donde se implementan soluciones dirigidas a espacio público, vivienda e infraestructura en la zona de San Luis Tlaxialtemalco.



MARCO TEÓRICO

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



IMAGEN 2. Pequeña edificación en zona ejidal de San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón. (2017).

MARCO TEÓRICO

Uso de diversas teorías y áreas de conocimiento como fundamento de la investigación para la conformación de ideas más complejas

La situación actual en las ciudades contemporáneas es de gran dinamismo, las actividades y elementos que la componen forman relaciones complejas; por lo tanto las problemáticas que afectan las ciudades deben ser abordadas desde una perspectiva amplia que englobe todos aquellos factores que puedan intervenir en la búsqueda de propuestas. La Zona Metropolitana del Valle de México demanda soluciones a sus complejas problemáticas urbanas e hídricas, el trabajo interdisciplinario y participativo abre paso a un mejor entendimiento del escenario sobre el que se actúa.

El paisajismo y urbanismo se unen para formar una teoría en la concepción de espacios para la ciudad, *Landscape Urbanism* es la planeación urbana donde la organización de la ciudad se rige por medio del paisaje y no por los edificios. Durante la conferencia *Landscape Urbanism*, los ponentes establecieron y discutieron los puntos que definen la teoría, además de buscar alternativas para el desarrollo de proyectos urbanos complejos, entre ellos se encontraban James Corner, Mohsen Mostafavi y Peter Conelly. Así se presenta el *Landscape Urbanism* como una herramienta que entiende las relaciones existentes y crea nuevas que trabajen como sistemas a lo largo de territorios con gran escala, abarcando las consideraciones específicas del diseño urbano y del paisaje.

James Corner, reevalúa el concepto de paisaje dentro del entendimiento urbano y arquitectónico, este no es un elemento escenográfico sino un todo fformado por distintos componentes, por lo tanto, debe

ser estudiado conectando sus características ambientales con las de sus habitantes y sus actividades; el paisaje es entendible al vivirlo y no al contemplarlo. En su texto titulado "*Eiditic Operations*", Corner describe el término *landskip* como una descripción gráfica de la geografía de un sitio y el término *landschaft* definiendo al paisaje como un evento y no una apariencia, de esta forma se propone identificar los procesos de formación de un sitio, las dinámicas de ocupación de sus habitantes y la poética de los espacios existentes para generar un entendimiento de la complejidad estudiada.

En "*Terra Fluxus*", James Corner identifica los cuatro puntos generales que definen *Landscape Urbanism:*

1. Procesos a través del tiempo: entender el flujo o la naturaleza cambiante de cualquier medio ambiente y los procesos que propician cambio a través del tiempo. Respetar los procesos naturales, establecer la idea que nuestras vidas están relacionadas directamente con el medio ambiente y usar esa conexión al momento de crear un ambiente urbano. Realizar un plan para el futuro, un urbanismo que anticipe el cambio y este abierto a la negociación.

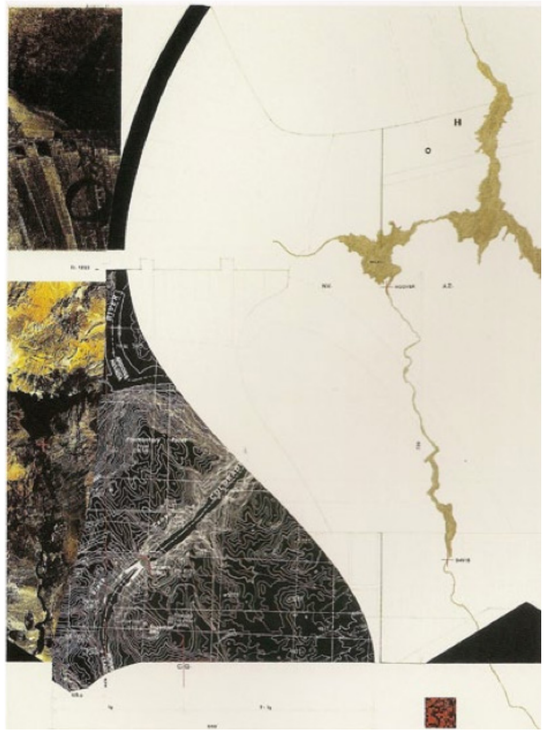


IMAGEN 3. Hoover Dam and the Colorado River, Nevada. James Corner. "Taking measures across the American Landscape". (1996).

MARCO TEÓRICO

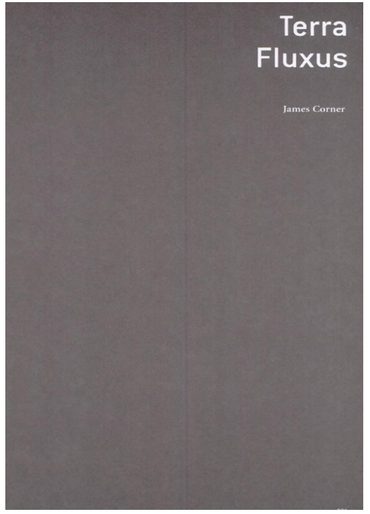


IMAGEN 4. Portada de ensayo Terra Fluxus, James Corner. "Terra Fluxus – The landscape urbanism reader". (2006).

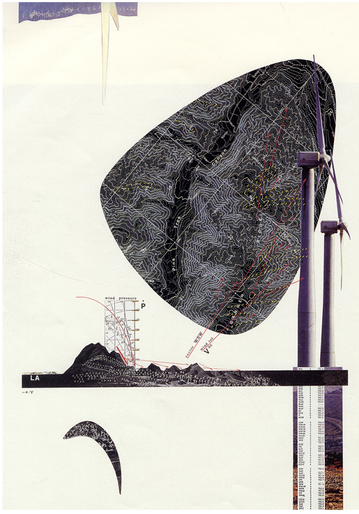


IMAGEN 5. Windmill Topography, Los Angeles, California. James Corner. (1994).

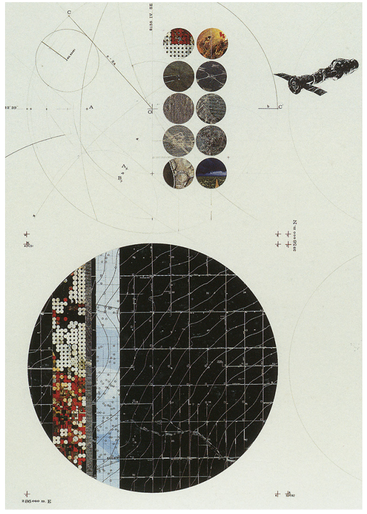


IMAGEN 6. Pivot Irrigations I. James Corner. (1994).

2. Organización de superficies: la horizontalidad como lineamiento para las propuestas de paisaje, en vez de adoptar estructuras verticales. La infraestructura urbana es la superficie con mayor potencial.

3. El método operacional: adaptar las distintas técnicas al medio ambiente en que se desarrollan. Las complejas geografías urbanas demandan ampliar la base de herramientas y lenguaje en mapeos, dibujos y modelos para generar resultados que plasmen un proceso crítico.

4. El imaginario colectivo: cambiar el proceso de diseño urbano a uno donde nuevas relaciones y conjunto de posibilidades puedan ser imaginadas, el principal motor es la creatividad.

Por otro lado, la teoría de *Landscape Urbanism* también es abordada por distintos autores enfocados al desarrollo de infraestructura urbana, Gary L. Strang y Pierre Bélanger abordan en sus investigaciones el concepto de "*Landscape as Infrastructure*" que expone la importancia de relacionar lo natural con lo tecnológico, de esta forma cualquier proceso empleado en la arquitectura abrirá un nuevo mundo de posibilidades visuales y espaciales. La infraestructura se convierte en un componente esencial en el diseño arquitectónico, creando una relación entre los habitantes y el medio urbano.

El caso que representa Xochimilco como un sitio con características naturales y urbanas de gran complejidad hace de la teoría *Landscape Urbanism* ideal para un análisis de la situación actual, además de impactar en la propuesta urbano-arquitectónica resultante de esta investigación.

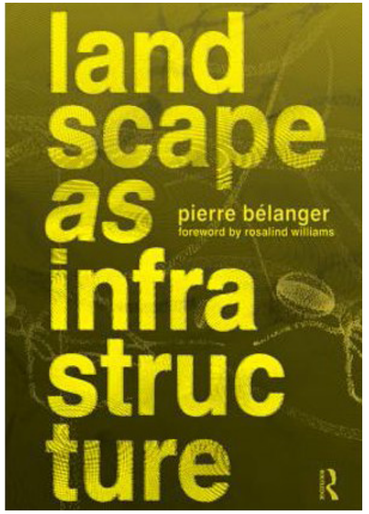


IMAGEN 7. Portada libro Landscape as Infraestructure. Pierre Bélanger. "Landscape as Infraestructure – A base premier". (2017).

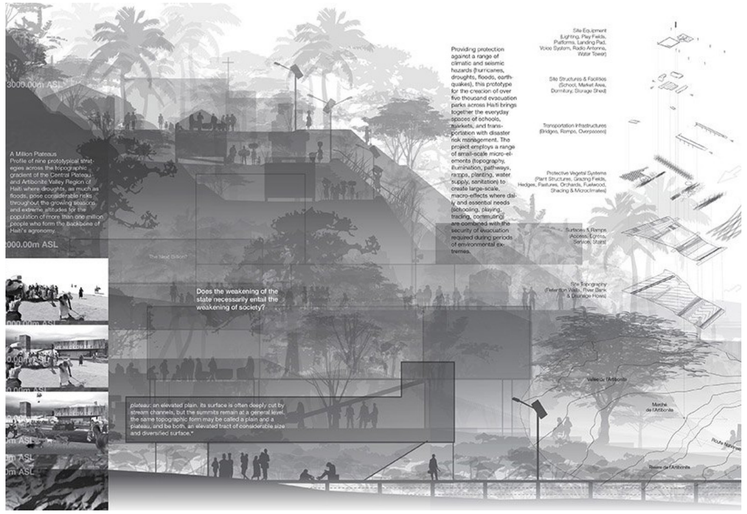


IMAGEN 8. Diagrama de análisis en contexto urbano - ambiental. Pierre Bélanger. "Pamplet



HIPÓTESIS

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



La delegación Xochimilco está sufriendo una pérdida de patrimonio tangible e intangible provocada por un incremento de asentamientos irregulares en las últimas décadas, generando un desequilibrio entre la sociedad y su territorio, cuyas deficiencias de infraestructura urbana y el deterioro del medio natural se evidenciaron después del sismo del 19 de septiembre, convirtiéndola en una zona más vulnerable.

HIPÓTESIS

Información y datos como la base de la investigación con el objetivo de generar nuevo conocimiento.

¿Qué factores son los causantes del deterioro en el entorno natural de Xochimilco y cómo impactan en la conformación de un sitio que ha negado su relación con el recurso hídrico y el entendimiento de su territorio como base del desarrollo urbano?

El entendimiento del territorio en relación a los factores naturales que lo componen genera estrategias adecuadas para la situación de vulnerabilidad en Xochimilco, dirigidas al manejo del recurso hídrico y la creciente problemática de agrietamiento en la zona de transición; los proyectos resultantes impactarán de manera positiva en la calidad de vida de los pobladores y su relación tradicional con el agua.

IMAGEN 9. Embarcadero hacia canal en Xochimilco. Iván Rangel Padrón. (2017)



OBJETIVOS



IMAGEN 10. Zona ejidal de San Gregorio Atlapulco y chinampas de Caltongo. Revista Zócalo. (2017).

OBJETIVOS

El planteamiento de metas iniciales que dirigirán la estructura de la investigación en diversas etapas de alcances.

Generar un plan maestro y proyecto urbano arquitectónico que resuelva la problemática actual de Xochimilco y San Luis Tlaxialtemalco de manera integral, mediante un correcto manejo del agua y la adecuación de la infraestructura y el equipamiento con el sitio, todo esto con una relación intrínseca del entendimiento del territorio y las actividades que se desarrollan en el mismo.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. **Rehabilitar** el ecosistema chinampero mediante la optimización y ampliación de la infraestructura hidráulica, utilizando predios libres y subutilizados en torno a esta, para promover dinámicas sociales y un sentido de pertenencia.

2. **Amortiguar** el crecimiento urbano en la zona chinampera, mediante la reinterpretación de espacios con pasado hídrico para fortalecer la memoria colectiva de usos y costumbres.

3. **Mitigar** el crecimiento urbano irregular, a través de espacios que propicien actividades pertinentes al tipo de suelo.

4. **Adaptar** los sistemas de movilidad a la situación actual de deterioro debido a grietas, replanteando los flujos viales, nodos y la integración de una vía alterna de canales, así como la conexión de sistemas de transporte masivo.

5. **Adecuar** el contexto urbano actual en la zona de transición a las grietas geotécnicas mediante el desarrollo de alternativas que permitan la convivencia entre los habitantes y el territorio.

OBJETIVOS DE PROYECTO

1. **Señalar** la grieta a lo largo del suelo de transición para crear conciencia de su existencia e importancia.

2. **Intervenir** zonas con presencia de grietas en áreas abiertas para generar nuevos espacios de resiliencia.

3. **Consolidar** las pequeñas acciones a lo largo del suelo de transición.

4. **Convivencia y aceptación** de las condiciones de agrietamiento por parte de los habitantes de Xochimilco.

5. **Generar** un proyecto que vincule la infraestructura, el espacio público y las condiciones de agrietamiento con el desarrollo de un reordenamiento de la zona comercial de San Luis Tlaxialtemalco, integrada a una red de espacio público.



METODOLOGÍA

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



IMAGEN 11. Visita a San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón (2017)

METODOLOGÍA

Generar una investigación por medio de un proceso estructurado, basado en la búsqueda, análisis y aplicación de información.

El proceso metodológico se apegó a los lineamientos que analizan lo general para determinar situaciones particulares, es decir, la consideración de variables desde una perspectiva macroescalar que consecuentemente permite abordar situaciones de microescala con un mejor entendimiento del funcionamiento y relación de los temas que la componen. A continuación, una breve explicación de los pasos que se siguieron para llegar a la definición y desarrollo del proyecto.

Inicialmente, el Taller Hídrico Urbano planteó la línea de investigación sobre el tema de migración dentro de la Cuenca de México, vinculando este análisis con la situación actual de agua y el espacio público. Este fue el enfoque que abrió el proceso de investigación y sobre el cual se desarrolló la recopilación de información con el objetivo de un planteamiento de proyecto que respondiera a dicho análisis.

En la etapa de recopilación de datos, se dispuso a analizar diversas áreas de la Cuenca que presentan problemáticas relacionadas con los temas de partida, mismas áreas que se fueron descartando de acuerdo con su valor o grado de importancia. Una vez detectadas las zonas de mayor conflicto, se elaboraron mapas para analizarse con detenimiento e identificar posibles relaciones entre las características intrínsecas del paisaje, la infraestructura y su población. Dicho análisis fue obtenido mediante el traslape de información (capas) el cual arrojó resultados de gran relevancia, como la relación

directa existente entre algunos de los factores analizados, así como zonas o puntos específicos en donde se concentraban dichos factores.

Durante el periodo de investigación, y de decisión con respecto a la zona de estudio, **el 19 de septiembre del 2017 tuvo lugar un sismo en la Ciudad de México el cual ocasionó considerables daños en inmuebles, infraestructura, equipamiento y territorio urbano**. Con magnitud de 7.1 en escala Richter, impactó de manera estrepitosa principalmente en algunos puntos de la ciudad, entre ellos la delegación de Xochimilco siendo uno de los sitios de mayor afectación. **Este sismo logró modificar el curso de la investigación, haciéndola virar hacia los 'Pueblos Originarios' más afectados de Xochimilco**, principalmente San Gregorio Atlapulco. Este sismo evidenció problemáticas existentes en la Cuenca, que han persistido debido a una mala planeación de la ciudad en temas de riesgos y las deficiencias en el seguimiento de normas constructivas y de ocupación de suelo. A continuación, se acudió a los poblados con más afectaciones, organizados en brigadas, para realizar levantamientos de daños a inmuebles, infraestructura, equipamiento y paisaje. Esto permitió tener un buen acercamiento a las problemáticas reales de los habitantes del lugar, así como su relación con el territorio en donde están establecidos.

Acudir a las instancias municipales y dependencias gubernamentales fue necesario para obtener información territorial, de las zonas naturales protegidas y usos de suelo, entre otras, para después cotejar con información recabada directamente de los afectados. Una vez recabada esta información, y a través de mapeos, se optó por analizar con mayor detenimiento los problemas relacionados con el paisaje y su aprovechamiento como infraestructura, así como con situaciones que alteraran su funcionamiento. En esta búsqueda se pudo observar que el problema del hundimiento ha generado, a lo largo de toda la zona de transición, considerables grietas y fallas geotécnicas que, de no ser atendidas, podrían causar daños irreversibles en el territorio, así como también afectaciones a sus habitantes. El sismo "19S" provocó que estas grietas se manifestaran en superficie, generando daños considerables en viviendas, principalmente, calles y avenidas e infraestructura. Una vez que se visualizaron estos daños y las posibles repercusiones a futuro, se decidió atender la zona de transición como un punto importante







IMAGEN 12. Trabajo en taller del THU. Iván Rangel Padrón (2018)

IMAGEN 13. .

IMAGEN 14. Visita a San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón (2017)

a intervenir. Fue necesario asesorar datos obtenidos de diversas fuentes, por ejemplo, el Atlas Nacional de Riesgos, con un geólogo experto en grietas, quien brindó información elemental para el desarrollo de la investigación sobre el tema.

Con estas problemáticas en mente, y otras como la pérdida de patrimonio, tangible e intangible, el incremento de asentamientos irregulares, el desequilibrio entre sociedad y territorio; deficiencias de infraestructura urbana y el deterioro del medio natural, se delimitó el polígono de estudio para después generar un Plan Maestro que asentara claramente una serie de estrategias dirigidas a resarcir el daño ocasionado por la propia vulnerabilidad del sitio.

Se realizaron visitas con el fin de corroborar los datos obtenidos en el Atlas Nacional de Riesgos (documentos compilatorios generados por una serie de instituciones que dirigen su estudio al comportamiento de fenómenos naturales dentro del país), así como mapas de grietas específicos de la zona de los pueblos originarios de Xochimilco, principalmente Santa Cruz Acalpixca, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco. El enfoque de estas visitas estuvo dirigido a la detección de espacios abiertos que pudieran aprovecharse como espacio público, siempre que éstos tuvieran relación directa con proyectos de infraestructura y que los mismos presentaran posibles deficiencias. El resultado de estas visitas arrojó diversas oportunidades de intervención en general, dentro de los pueblos mencionados en áreas que convergen con la zona de transición, sin embargo, **San Luis Tlaxialtemalco fue el pueblo que más se acercó a las demandas del análisis debido a la enorme presencia de grietas** y que es uno de los pueblos originarios que cuenta con mayor terreno viable a convertirse en espacio público.

La investigación realizada en la localidad de San Luis Tlaxialtemalco tuvo el mismo seguimiento en cuanto a cartografía, análisis urbano y visitas particulares, no obstante, esto con el apoyo de información reciente provista por el geólogo experto de la zona. El planteamiento del proyecto en el sitio elegido siguió como eje, resultado del proceso de investigación, la adecuación del contexto a las grietas geotécnicas mediante el desarrollo de alternativas que permitieran la convivencia entre los habitantes y el territorio, enfocadas a replantear aspectos de: **vivienda, infraestructura y espacio público** damnificado.

IMAGEN 15. .
IMAGEN 16. .
IMAGEN 17. Visita a San Luis Tlaxialtemalco. Rafael Milla Acosta. (2018)







Por lo tanto, la investigación se basa en la determinación de polígonos de acción en diferentes escalas, entender el territorio desde diferentes perspectivas permite concluir en un entendimiento mayor desde un panorama general hasta uno más específico. La primera escala analiza la Cuenca de México en su totalidad, haciendo énfasis en comprender su situación hídrica actual y a lo largo de la historia. A continuación, se define un polígono de escala regional, en donde se presenta a Xochimilco como un sitio de vital importancia para el balance hídrico de la Cuenca, además de ser un punto focal en el estudio y actuación en consecuencia del sismo "19S". Después se establece el polígono local, en donde se expone una concentración importante de los factores estudiados en las escalas anteriores y que determinan esta zona como un sitio ideal para un análisis puntual. Por último, se delimita un polígono de proyecto, en donde se establece la propuesta urbano - arquitectónica como conclusión de todo el proceso de investigación.

Durante las distintas etapas en el proceso de investigación se realizaron un número de actividades complementarias que fortalecieron la construcción de ideas y entendimiento del sitio, algunas de ellas fueron ejercicios de propuestas de intervención en el espacio público y de dinámicas sociales locales que buscaban generar un análisis cualitativo del sitio, basado en experiencias y perspectivas propias de los espacios y la población. Estos ejercicios permitieron complementar la investigación de datos y así formar un diagnóstico que engloba distintas facetas de los temas tratados. La actividad complementaria con mejores resultados fue el taller participativo con la Facultad de Arquitectura en *Barnard + Columbia Colleges* de Nueva York, en donde se abordaron temas de comparativa en procesos de investigación, intercambio de ideas y perspectivas entre los participantes, que culminaron con una propuesta conceptual de intervención en el espacio público en el pueblo originario de San Gregorio Atlapulco.

La etapa de investigación concluye con una identificación de problemáticas y la posibilidad de señalar zonas de intervención en las que se concentrarán los esfuerzos para la solución de dichas problemáticas. A partir de este momento los temas y procesos de manejo de información tienen un grado más específico y empieza el desarrollo de ideas desde métodos urbanos y arquitectónicos para el planteamiento de posibles respuestas a los temas estudiados. Por lo tanto, se concluye con una propuesta urbano – arquitectónica en donde se concentra todo el desarrollo de investigación a distintas escalas, el entendimiento de las problemáticas particulares del sitio en donde se actúa y las soluciones propuestas son resultado de todas las etapas dentro del proceso metodológico.

IMAGEN 18. .
IMAGEN 19. .
IMAGEN 20. .
IMAGEN 21. Taller participativo UNAM FAC. ARQ. THU – BARNARD/COLUMBIA COLLEGES. Ciudad de México y Nueva York. Iván Rangel Padrón (2018)











CAPITULO 1 LA CUENCA DE MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

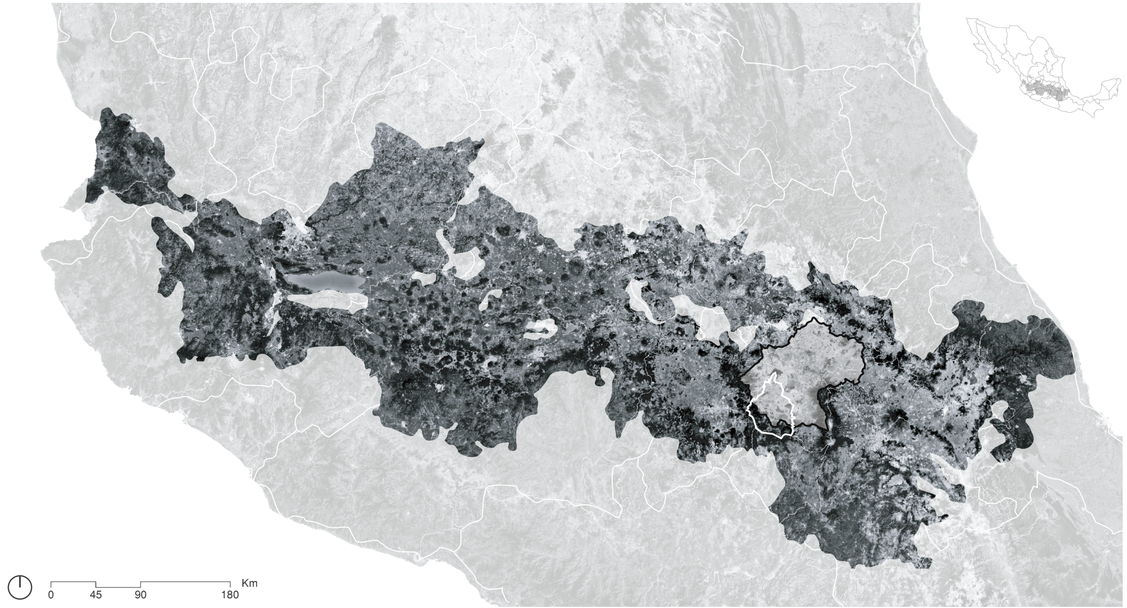


GRAFICO 1. Eje Neolvocánico Transversal Mexicano. Elaboración propia a partir de información de 'Datos Básicos de la Geografía de México' de INEGI. (2000).

CAPÍTULO 1

La historia hídrica de la Cuenca de México, su desecación y problemáticas actuales.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y EL PROCESO DE DESECACIÓN DE LA CUENCA DE MÉXICO

La cuenca [1] de México es una unidad hidrológica [2] cerrada (aunque actualmente drenada de forma artificial) de aproximadamente 9,600 km2. Su parte más baja, una planicie lacustre, tiene una elevación de 2,240 m sobre el nivel del mar. Geológicamente, la cuenca se encuentra ubicada dentro del Eje Neovolcánico —también llamado Eje Volcánico Transversal, sierra Volcánica Transversal o cordillera Neovolcánica—, que es una cadena de volcanes, de entre 20 a 70 km de ancho, que atraviesa de este a oeste por diversos estados del centro del país y que está delimitada por sierras y cerros en la parte norte y sur. Estas montañas periféricas representan un límite físico importante a la expansión de la mancha urbana. Tanto por su cercanía y conexión directa con la fosa del Pacífico como por la existencia de numerosas fallas a lo largo del Eje Volcánico Transversal, los procesos volcánicos, los temblores de tierra y la inestabilidad tectónica en general han sido elementos sobresalientes a lo largo de la historia de la cuenca. La cuenca ocupa territorio de cinco estados de la República Mexicana, Estado de México, Ciudad de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla. Se estima que antiguamente existió un único lago formado en la planicie central del sistema de sierras que delimitan la cuenca con una extensión aproximada de 1,100 km2 que debido a los asentamientos humanos cambió su configuración.

1. *Cuenca*. Extensión de terreno rodeada de lugares más altos que ella, de la cual sus aguas fluyen a un mismo río, lago o mar: *la cuenca de México, la cuenca del Balsas, la cuenca del Caribe*. Diccionario del Español de México.

2. Llerena, C. (2003). "*... el concepto de cuenca como unidad territorial natural es el más importante ya que a partir de esta apreciación se puede comprender que únicamente en la cuenca hidrográfica es posible realizar balances hídricos. Es decir, cuantificar la oferta de agua que "produce" la cuenca durante el ciclo hidrológico. Es por sus cualidades de unidad hidrológica y de medio colector-almacenador-integrador de los procesos naturales y antrópicos que ocurren en la cuenca, que esta puede ser también una unidad política, administrativa, de gestión ambiental o de manejo de los diversos recursos naturales que alberga*". Servicios Ambientales de las Cuencas y Producción de Agua

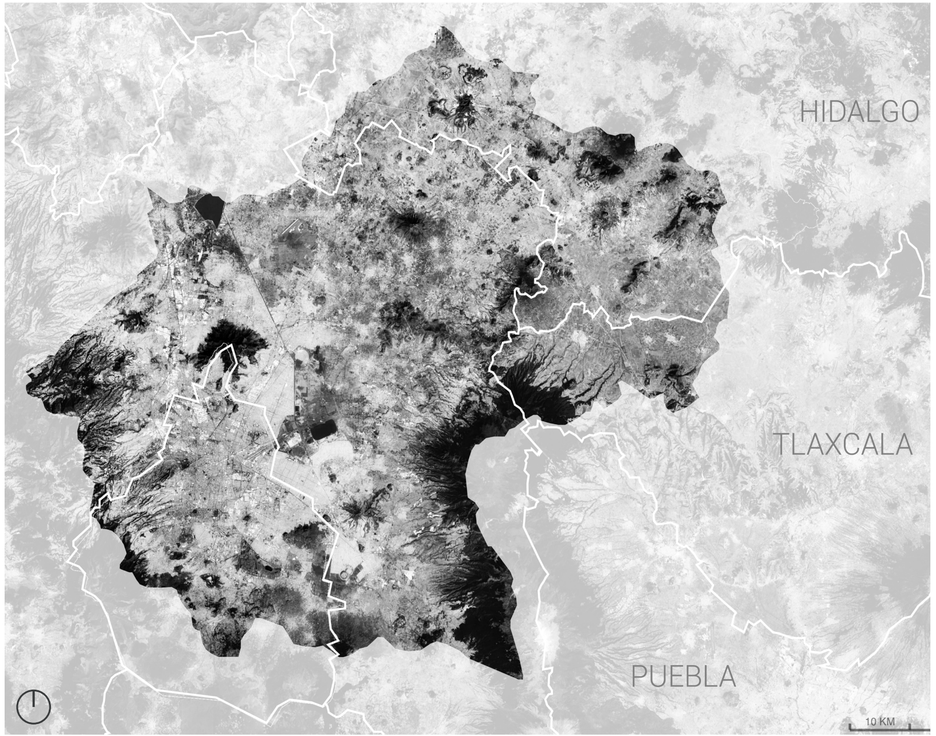


GRAFICO 2. Localización Geográfica de la Cuenca de México. Elaboración propia a partir de información de 'El Agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán de la Megalópolis del siglo XXI' de Legorreta, J. (2006).

IMAGEN 22. Mapa del Valle de México y las montañas vecinas, Jabbo Oltmanns. Alexander Humboldt. "Ensayo político del Reinado de La Nueva España". (1814).

3. Ezcurra, E. (Junio 2012). I. Las transformaciones y el deterioro ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 12)

Las condiciones topográficas y geológicas de esta zona conformaron un valle rodeado por una infinidad de elevaciones naturales, que dirigen el flujo del agua hacia el centro del mismo a través de escurrimientos y afluentes, formando el antiguo Lago de Texcoco. La parte alta influye de manera determinante a la parte baja.

"Antes del surgimiento del Estado azteca, aproximadamente en el año 1000 de nuestra era, el sistema lacustre del fondo de la cuenca cubría aproximadamente 1500 km2, y estaba formado por cinco lagos someros, encadenados de norte a sur: Tzompanco, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco, y los dos del norte, Tzompanco y Xaltocan, eran algo más elevados y sus aguas escurrían hacia el cuerpo de agua central más bajo, Texcoco, donde la escorrentía de toda la cuenca se acumulaba antes de evaporarse a la atmósfera. El agua de escorrentía, en su camino desde las laderas de los cerros hacia las partes más bajas de las cuencas, va disolviendo sales minerales de las partículas del suelo y de las rocas que encuentra a su paso. En las cuencas abiertas, el destino final de las sales disueltas es el mismo que el del agua que las acarrea: los océanos, en los que se han acumulado sales durante largos periodos geológicos. En la cuenca de México, como en todas las cuencas cerradas, el destino final de las sales acarreadas por el agua es la parte más baja de la cuenca, donde el agua se evapora y las sales se van acumulando lentamente a lo largo de cientos o miles de años. Las aguas del Lago de Texcoco, en consecuencia, eran salobres; y desde el punto de vista geológico formaban un verdadero "mar interior", como atinadamente se refirió Hernán Cortés a este gran cuerpo de agua." [3]





IMAGEN 23. La isla de México en el siglo XVI. Luis Covarrubias . (1957)

Las primeras civilizaciones en asentarse dentro de la zona del lago lograron generar un entendimiento de las características del territorio, esta idea de respeto y adaptación al entorno resultó en la formación de una ciudad construida en base a un sistema de chinampas y técnicas de manejo de agua, la gran México Tenochtitlán. Tras la conquista de los españoles, la relación con el agua cambió y se optó por desecar los lagos con diversos proyectos que fueron estableciendo las bases de la ciudad como la conocemos actualmente; esto permitió la expansión de los asentamientos urbanos sobre lo que antes era el lago, impactando especialmente en el sistema hidrológico de gran relevancia para la cuenca.

DEL PERIODO PREHISPÁNICO HASTA EL MÉXICO MODERNO

Al momento de desarrollarse la agricultura en la cuenca, hace 7,000 años [4] aproximadamente, los grupos humanos que habitaban el área se volvieron sedentarios y comenzaron a organizarse en pequeños poblados ocupando las partes más bajas del valle. Se establecieron particularmente en áreas planas que poseían potencial productivo y buena humedad, pero que, al mismo tiempo, se encontraban cerca de áreas más elevadas para evitar las inundaciones durante la temporada de lluvias [5]. Para la civilización lacustre de aquella época los asentamientos en tierras más altas no representaban ventaja alguna porque éstas no eran cultivables bajo el sistema de las chinampas, que era la base económica de todos los grupos humanos en la región.

El sistema lacustre en el fondo de la cuenca se fue rodeando lentamente de un cúmulo de pequeños poblados. El desarrollo de nuevas técnicas agrícolas basadas en el riego por inundación del subsuelo y en la construcción de canales, permitieron un impresionante aumento en las densidades poblacionales. En los campos cultivados con esta nueva técnica, las chinampas, los canales servían a la vez como vías de comunicación y de drenaje, mientras que la agricultura en campos rellenados con el sedimento extraído de los canales permitió un mejor control de inundaciones [6] .

A pesar de que la agricultura chinampera demostró ser más eficiente y segura que la de temporal, representó un inmenso esfuerzo de movimiento de tierra, relleno de parcelas y excavación de canales, además de que el crecimiento de la población, ya en tiempos prehispánicos, llegó a rebasar su productividad. La falta de carne llevó al desarrollo de un ingenioso sistema de utilización de la vegetación adventicia [7], los pobladores de la cuenca comenzaron a utilizar las malezas de los campos de maíz, llamadas en náhuatl quilitl (conocidas actualmente como quelites), para su consumo como verdura fresca. Los quelites no eran otra cosa que las plántulas tiernas de las malezas que invadían las chinampas. La agricultura mexica obtenía, además de los quelites, varias especies de distintas familias como el epazote, el pápalo, la verdolaga y los romeritos, las cuales son consumidas actualmente en la Ciudad de

4. Lorenzo, J. L. (1981). "*Los orígenes mexicanos*", en D. Cosío Villegas (coord.), *Historia General de México* (3a ed, pp. 83-123).

5. Niederberger, C. (1979). "*Early sedentary economy in the Basin of Mexico*", Science (vol. 203, pp. 131-142)

6. Ezcurra, E. (Junio 2012). III. Historia ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 34).

7. *Vegetación adventicia*. Las plantas adventicias, conocidas comúnmente como "malas hierbas" son aquellas plantas que se desarrollan en el suelo de cultivo sin que hayan sido plantadas por el agricultor, es decir, crecen espontáneamente. Innovative AgroFood Design (2019).

México y forman parte de la dieta del mexicano moderno.

Durante el periodo de la Conquista, los españoles rediseñaron la ciudad por completo, construyendo nuevos edificios coloniales de estilo europeo en lugar de los templos y palacios aztecas. Los caballos y el ganado fueron introducidos a la cuenca de México y tanto los métodos de transporte como la agricultura sufrieron una transformación radical: muchos de los antiguos canales aztecas fueron rellenados para construir sobre ellos calles elevadas, adecuadas para los carruajes y los caballos. De esta forma, las chinampas comenzaron a ser desplazadas del centro de la ciudad. El ganado doméstico europeo (vacas, borregos, cabras, cerdos y pollos) trajo a la cuenca una nueva fuente de proteína, con él no solamente cambiaron los hábitos alimenticios, sino que también cambió el uso de suelo, debido al pastoreo, y la utilización de los productos agrícolas. Así, la fisonomía general de la cuenca comenzó a cambiar profundamente. Los densos bosques que rodeaban al lago comenzaron a ser talados para proveer de madera a la nueva ciudad colonial y abrir campos de pastoreo para el ganado doméstico.

La transformación del paisaje de la cuenca durante la Colonia fue notoria en términos del trazado urbano. Desde el principio fue evidente que la nueva traza que se quería implementar era incompatible con la naturaleza lacustre del valle [8]. **El relleno de los canales aztecas para construir calzadas elevadas empezó a obstruir el drenaje superficial de la cuenca y comenzaron a formarse grandes superficies de agua estancada, mientras que el pastoreo y la tala de las laderas boscosas que rodeaban a la cuenca aumentó la escorrentía superficial durante las intensas lluvias del verano. Las primeras inundaciones severas tuvieron lugar y, por otro lado, durante las temporadas de sequía los lagos se veían cada vez más bajos.**

La poca altura de las montañas al norte de la cuenca y la existencia de pasos casi a nivel entre algunas de ellas llevaron al gobierno colonial a planear el drenaje de la cuenca hacia el norte, desde los alrededores del lago de Zumpango hacia el área de Huehuetoca. El primer canal de drenaje tenía 15 km de longitud, de los cuales 6 km formaban una galería subterránea en Nochistongo. En el año de 1608 este canal abrió por primera vez la cuenca de México hacia el Océano Atlántico a través de la cuenca del río Tula, en el actual Estado de Hidalgo [9].

8. Sala Catalá, J. (1986). *"La localización de la capital de Nueva España, como problema científico y tecnológico"*, Quipu 3 (pp. 279-298).

9. Lara, O. (1988). *"El agua en la Ciudad de México"*, Gaceta UNAM 45 (15: pp. 20-22).

El continuo azolvamiento de la galería obligó al virreinato a abrir, dos siglos más tarde, un canal profundo a cielo abierto conocido como el "Tajo de Nochistongo". Inicialmente el canal funcionaba sólo como un vertedero del exceso de agua en la cuenca, pero con la construcción del canal de Guadalupe en 1796, el sistema de eliminación de aguas hacia el Tula se conectó con el Lago de Texcoco y las áreas lacustres de la cuenca comenzaron a achicarse rápidamente[10].

Los cambios más relevantes durante el periodo de Independencia los trajeron consigo las leyes de Reforma, cuatro décadas después de la guerra de la Independencia (1810-1821), que impusieron severas restricciones al poder de la iglesia. Una de ellas, la ley de desamortización abrió camino a la ruptura de la traza colonial y facilitó la expansión urbana sobre terrenos que pertenecían a la iglesia. Su manifestación más notable se observó casi treinta años más tarde, cuando la burguesía porfirista comenzó a edificar un nuevo modelo de ciudad durante el auge de la revolución industrial. Las obras de drenaje del canal de Huehuetoca se ampliaron considerablemente durante el siglo XIX y, por primera vez, muchos citadinos comunes comenzaron a preocuparse por las consecuencias de secar los lagos. Una de estas consecuencias fue: una costra de sales, conocida como "salitre", que comenzó a notarse en la superficie del suelo en muchas partes de la cuenca durante el tiempo de secas. A pesar de las obras de drenaje, la navegación por canales fue un medio de transporte sumamente popular durante la Colonia y la Independencia, hasta finales del siglo pasado.

Durante la prolongada dictadura de Porfirio Díaz, a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, la Revolución Industrial se instaló en México. Se construyeron fábricas y ferrocarriles; y la ciudad se modernizó para el beneficio de una pequeña burguesía, centralista y sumamente poderosa, cuyo objetivo urbanístico fue el de transformar las partes más ricas de la ciudad copiando la traza de las ciudades europeas de aquella época.

La cuenca de México dejó de ser considerada como una serie de ciudades distintas, vinculadas más por el comercio que por una administración central, y empezó a ser considerada como una sola unidad vinculada por un gobierno central y una industria de importancia creciente. Los ferrocarriles recién instalados comenzaron a traer campesinos a la cuenca en busca de empleo en las nuevas fábricas y varios pueblos cercanos al centro de la ciudad, como Tacuba, Tacubaya y Azcapotzalco, fueron devorados por el creciente perímetro urbano [11].

10. Ezcurra, E. (Junio 2012). III. Historia ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 43).

11. ------- III. Historia ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 47). .

El proceso de industrialización acelerado volvió a la ciudad, trayendo consigo, entre otras cosas, una marcada mejoría en el transporte público, la cual permitió la expansión del área urbana y, en consecuencia, la disminución en las densidades de la población urbana. Como parte de las preocupaciones por parte del gobierno de Lázaro Cárdenas por el uso de la tierra, especialmente en las montañas que rodean la cuenca de México, se crearon parques nacionales como el Desierto de los Leones y Cumbres del Ajusco, al oeste y al sur de la ciudad, así como también áreas verdes dentro del perímetro urbano. La creación de estos parques buscaba proteger las laderas de la cuenca de la deforestación de zonas boscosas cercanas a la ciudad. Desafortunadamente, durante la presidencia de Miguel Alemán (1946-1952), una buena parte de estos parques nacionales fue cedida a la industria papelera, la cual comenzó ambiciosos programas de tala forestal, lo que provocó la deforestación de estas áreas y se abrió camino para la expansión de la traza urbana sobre importantes tierras forestales.

El periodo posterior a la Revolución se definió principalmente por un crecimiento industrial desmedido. La ciudad de México se convirtió en una metrópolis industrial y con ello comenzó un proceso de inmigración masiva desde el campo a la ciudad. En aproximadamente setenta años, la población del conglomerado urbano pasó de 700,000 (1920) a 18,000,000 (1988) [12]. Ciudades que antes eran periféricas como Coyoacán, Tlalpan, y Xochimilco se convirtieron en parte de la megalópolis. Se construyó un sistema de drenaje profundo para eliminar la incontenible escorrentía que generaban miles de kilómetros cuadrados de asfalto y concreto, el cual terminó por secar casi todos los antiguos lechos del lago. La disminución del agua del subsuelo en el fondo de la cuenca, producida por el bombeo de agua y el drenaje, produjo la contracción de las arcillas que antes formaban el lecho del lago y con esto la ciudad comenzó a hundirse.

12. ------- III. Historia ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 49).

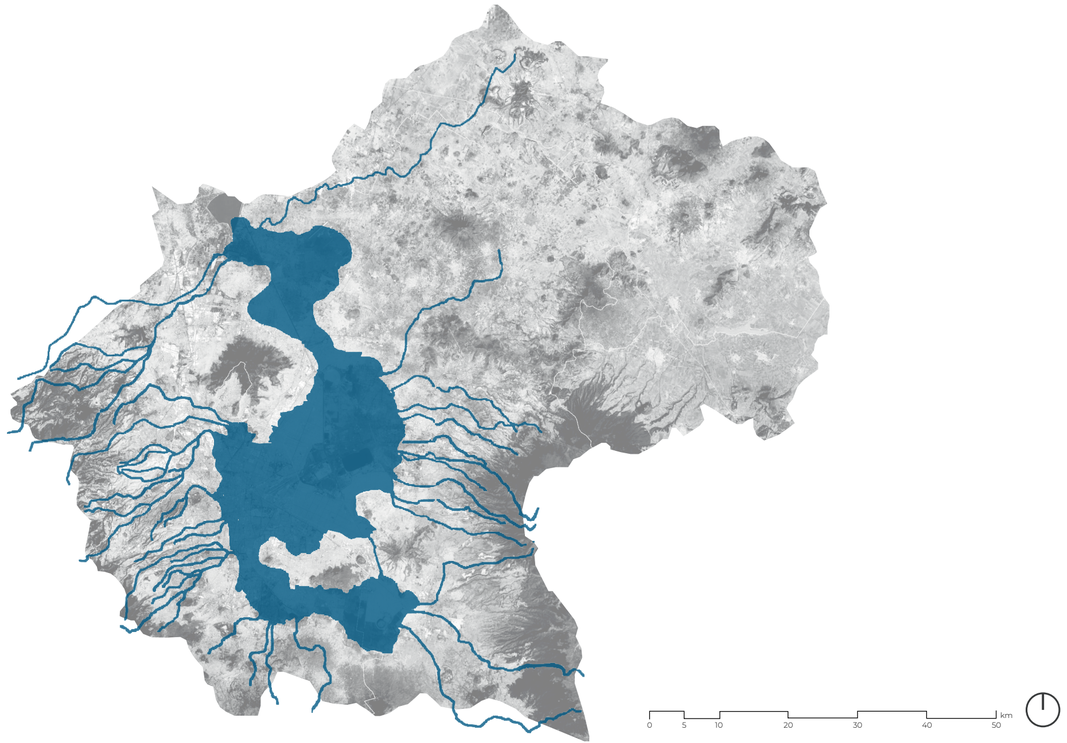
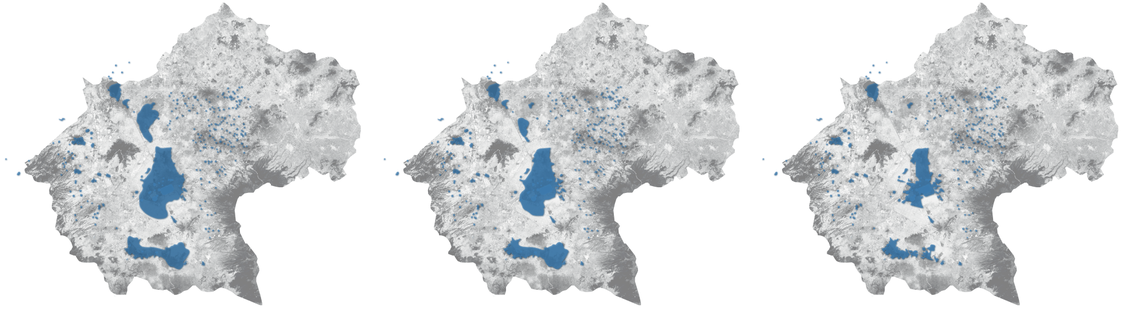
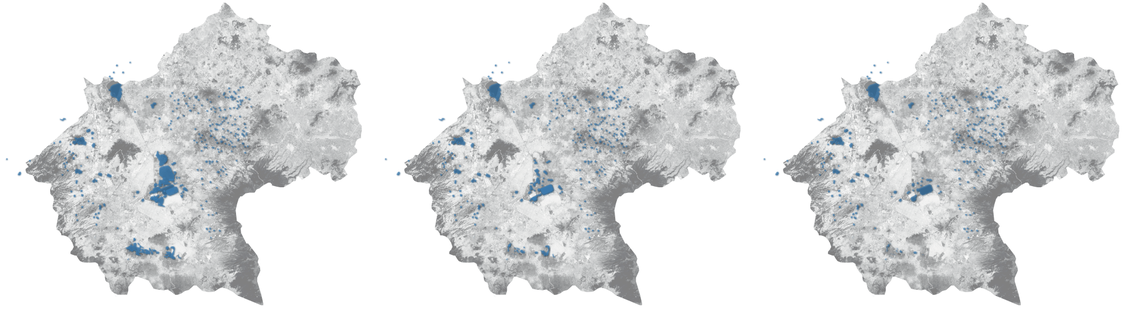


GRAFICO 3. Mapa del Lago Original de la Cuenca. Elaboración propia a partir de datos de 'El Agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán de la Megalópolis del siglo XXI' de Legorreta, J. (2006).



Siglo XIX 1940 1970

GRAFICO 4. Proceso Histórico de Desecación de los Lagos y crecimiento de Mancha Urbana dentro de la Cuenca del Valle de México. Elaboración propia a partir de 'El Agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán de la Megalópolis del siglo XXI' de Legorreta, J. (2006) y 'México Ciudad Futura' Kalach, A. (2010).



1980 2000 Actual



ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE MÉXICO

El desecamiento y el desecho del agua como los mecanismos para desarrollar la ciudad abrieron paso a un número de proyectos con el objetivo de reestructurar el flujo hídrico para la ciudad, la implementación de un sistema de drenaje para los lagos, el Tajo de Nochistongo y el Gran Canal de Desagüe o Túnel de Tequixquiac, el Túnel Emisor Poniente, fueron algunos ejemplos de los intentos por alejar el agua del territorio que ahora conocemos como Zona Metropolitana del Valle de México. Por consecuencia la superficie ocupada por el lago fue eventualmente perdiendo su posición en contra de la creciente mancha urbana impulsada por el aumento de la población.

El incremento de habitantes resultó en una mayor demanda de agua en la ciudad, este factor obligó a establecer un método de importación del recurso hídrico desde otras cuencas, de esta forma se creó el Sistema Lerma - Cutzamala para transportar agua hacia el oeste de la ciudad. Este sistema traslada el recurso a lo largo de 127 km y, por medio de elevaciones, en alturas de hasta 1200 m. En conjunto con este plan de acción y en consecuencia de la aún creciente población, se implementaron otros proyectos de infraestructura para el abasto de agua, como el sistema de Pozos de Extracción, el Macrocircuito de Agua Potable y más recientemente el Acuaférico.

Una importante fracción del agua que se consume en la ciudad es llevada a la cuenca con un alto costo energético, proveniente de otras regiones donde también es un recurso escaso. En la actualidad, la ciudad utiliza agua proveniente de las cuencas del Lerma y del Cutzamala; la dotación promedio de agua para la ciudad de México es de unos 300L / persona, más que en muchas ciudades de Europa [13]. A pesar de ello, muchas colonias sufren constantemente de falta de agua. Esto debido a que el uso industrial que se le da al agua es ineficiente, a que sólo 7% de las aguas son recicladas y a que **20 y 30%** del gasto se pierde por tuberías rotas o en mal estado. La rotura de tuberías en el subsuelo genera problemas sanitarios, así como ecológicos. La menor parte de las aguas negras que se producen en la ciudad son tratadas y usadas para la irrigación de parques y plazas. El resto, que es la mayoría,

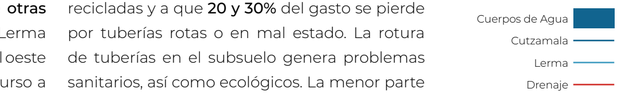
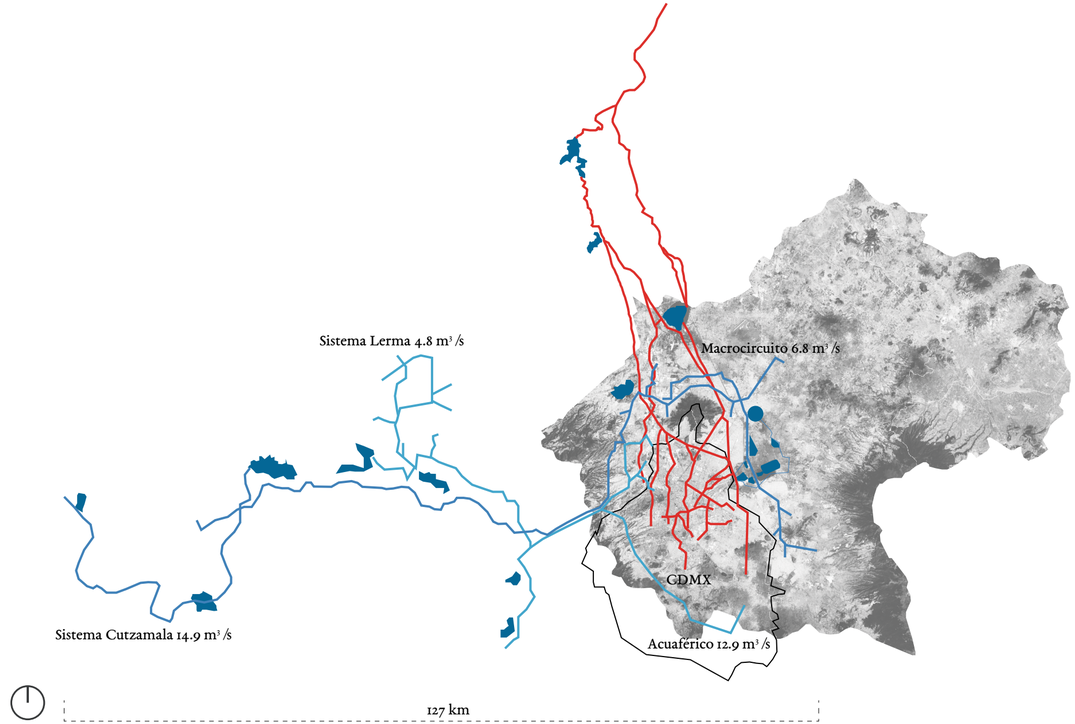


GRAFICO 5. Infraestructura para abastecimiento de agua en la Ciudad de México. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA. (2010).

13. Álvarez, J.R. (coordinador) (1985). *"Imagen de la Gran Capital"*. Enciclopedia de México (pp. 316).

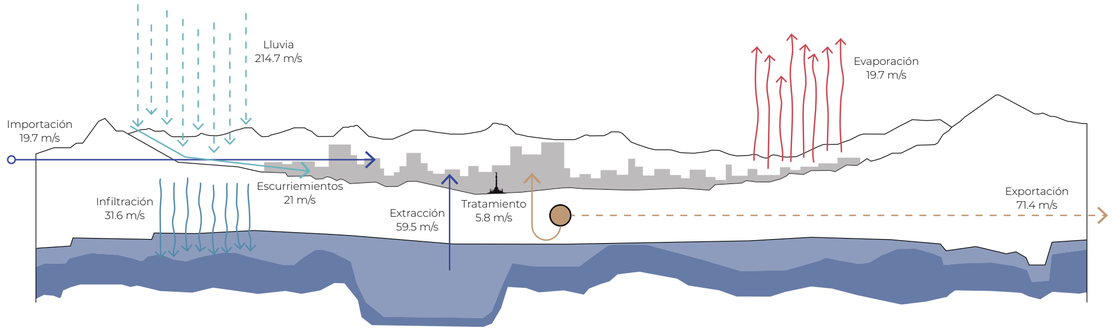


es eliminado de la cuenca a través del sistema de drenaje profundo. La diferencia entre lo que ingresa a la red y lo que sale por el drenaje se pierde en el riego de parques y jardines, o a través de la evaporación directa a la atmósfera.

En la actualidad, la política de desecación y desecho se ha mantenido con el desarrollo de la ciudad, , la sobre explotación de los mantos acuíferos, en conjunto con el entubamiento de ríos en áreas urbanas, rigen la política de la ciudad en torno al agua; los pozos de extracción y la continua construcción de túneles de desagüe cada vez más grandes continúa con las prácticas nocivas dentro del sistema hídrico de la Cuenca de México. El agua proviene de un conjunto diverso de fuentes, pero la proporción del agua que proviene de manantiales espontáneos y de fuentes brotantes es cada vez menor. La mayor parte del agua que se consume en la ciudad de México es bombeada de los acuíferos del valle, por medio de pozos profundos (1,100 pozos distribuidos en el fondo de la cuenca). Después del sistema de pozos profundos de la cuenca de México, los principales aportes de aguas provienen de cuencas externas al valle, por ejemplo, los pozos subterráneos (234) de la cuenca del río Lerma y los de la cuenca del río Cutzamala.

Sin embargo, no toda el agua que produce la cuenca de México proviene del subsuelo. Una cantidad pequeña del total utilizado por la ciudad proviene de manantiales superficiales regulados, tomados de vertientes de manantiales en las laderas boscosas que rodean la cuenca. La importancia de estas aguas superficiales es cada vez más baja en relación con otras fuentes de abastecimiento que están tomando importancia creciente.

Los problemas en cuanto al abastecimiento, drenaje y tratamiento de agua en una ciudad del tamaño y complejidad de la Zona Metropolitana de México son considerables. En la cuenca, el agua proviene de dos fuentes principales: el agua subterránea y el agua superficial. En general, la contaminación por residuos orgánicos, industriales o domésticos es más alta en las aguas superficiales, dado que las aguas subterráneas pasan por un lento proceso de filtración natural durante su percolación hacia los horizontes profundos del suelo. Sin embargo, la capa de agua profunda también puede verse afectada por contaminantes del subsuelo provenientes de líquidos que percolan los basureros y las zanjas de rellenos sanitarios o los líquidos del drenaje doméstico e industrial que pueden en ciertos casos filtrarse en profundidad.



El agua en los acuíferos del subsuelo es el resultado de un largo y lento proceso de acumulación de parte de las aguas superficiales, las cuales penetran a través de las partículas del suelo y se estacionan en los niveles más bajos de los sustratos sedimentarios. **La velocidad de percolación del agua superficial hacia el subsuelo se conoce técnicamente como "recarga" del acuífero. El balance entre el bombeo y recarga, es decir, la diferencia entre lo que entra al acuífero y lo que se extrae de él, es una medida de la explotación y de la renovabilidad del recurso hídrico.** La situación actual de la recarga del acuífero arroja un déficit entre lo que se extrae (el bombeo) y la recarga del sistema. En realidad, **la recarga tiende a disminuir con el crecimiento de la ciudad**. Al aumentar la mancha urbana, aumentan con ella las superficies cubiertas por asfalto, concreto y edificaciones, que son impermeables a la infiltración del agua. Cuando llueve sobre la ciudad, el agua que cae sobre estas superficies es enviada directamente a la red de drenaje, sin tener posibilidades de ser incorporada al acuífero por medio de la infiltración a través del suelo. La tala de los bosques en la periferia de la ciudad tiene también un efecto negativo sobre la recarga. El suelo orgánico del bosque es poroso, permeable, y tiene una alta capacidad de retención del agua. Por esta

GRAFICO 6. Balance hídrico de la Cuenca de México. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA. (2010).



razón, los bosques actúan como “esponjas osmóticas” en las grandes cuencas y son de tan valiosa importancia, tal que radica en su capacidad de regular el comportamiento de los manantiales y la incorporación del agua a los acuíferos profundos. **Una de las principales consecuencias del déficit entre el bombeo y recarga del acuífero de la cuenca son los hundimientos diferenciales del subsuelo.** Al bombear, disminuye el contenido de agua de las arcillas que forman los fangos del antiguo lecho de los lagos en el valle de México. Al perder humedad, las arcillas y los sedimentos orgánicos se contraen disminuyendo el volumen y nivel del suelo. **Los descensos del nivel del terreno dependen de la velocidad local a la que se extrae agua del subsuelo y de la profundidad y naturaleza de los sedimentos**. En algunas partes de la ciudad, el secado del subsuelo ha sido de tal magnitud que ha producido hundimientos de hasta 8 m en lo que va del siglo.

IMAGEN 24. ¿Qué pasa con el hundimiento?/ https://noticias.arq.com.mx/Detalles/9979.html

EL DRENAJE DE LA CUENCA

Las características geográficas de la cuenca, cerrada y sin salidas naturales para los escurrimientos, han provocado serios problemas para el desalojo y el control de las aguas desde tiempo atrás. Los sistemas de drenaje construidos desde la época prehispánica han tenido siempre un doble propósito: expulsar las aguas residuales del valle de México y dar salida a las aguas pluviales para evitar inundaciones. La evolución del sistema de drenaje ha estado condicionada por la última, controlar y desalojar las aguas de lluvia principalmente.

El Sistema General del Desagüe es el sistema que se encarga de evacuar las aguas residuales recolectadas por otros colectores secundarios; posee tres grandes conductos: el Gran Canal, el Emisor del Poniente y el Emisor Central. Algunos de los conductos que forman al sistema están entubados, como el Emisor del Poniente, el río Churubusco y el río de la Piedad, otros son conductos a cielo abierto que, desafortunadamente, con frecuencia se encuentran contaminados por aguas residuales, sedimentos y basura, los cuales causan problemas de insalubridad. Las aguas transportadas por este sistema son desalojadas hacia la cuenca del río Tula a través del Tajo de Nochistongo y el sistema del Drenaje Profundo. Estas aguas son utilizadas para el riego agrícola en la cuenca del río Tula, en el estado de Hidalgo.

El Gran Canal tiene 47 km de longitud, es el principal elemento del sistema de drenaje y se encarga de drenar la parte baja de la ciudad con la ayuda de 12 plantas de bombeo situadas a lo largo de su recorrido; recibe aguas provenientes de los ríos de los Remedios, Tlalnepantla y San Javier, y del lago de Texcoco que, a su vez, regula las aportaciones de los ríos del oriente y del río Churubusco, el cual se encarga de drenar las aguas del sur y buena parte del oriente de la ciudad.

El Emisor del Poniente recibe aguas de diversos ríos y conduce las aportaciones del Interceptor del Poniente que drena las aguas provenientes principalmente del suroeste de la ciudad, mientras que el Emisor Central es el encargado de desalojar las aguas conducidas por el Drenaje Profundo.

El Sistema del Drenaje Profundo se comenzó a construir en 1967 debido al problema en aumento que representaban las inundaciones en la ciudad, opera entre los 30 y los 220 m bajo tierra [14], por lo que no se ve afectado por los asentamientos del terreno. Los emisores del sistema funcionan por gravedad y no requieren de bombeo, lo que los hace más eficientes en el uso de energía. El sistema está formado por los Interceptores Centro-Poniente, Central y Oriente, y el Emisor Central.

Existen aún zonas en la ciudad de México que no cuentan con el servicio de drenaje debido al acelerado crecimiento de la mancha urbana. Uno de los principales problemas del sistema de drenaje se debe al asentamiento del subsuelo ocasionado por la sobreexplotación de los acuíferos. En el centro de la ciudad, por ejemplo, los hundimientos han provocado que el drenaje, proyectado a trabajar por gravedad, requiera de bombeo para elevar las aguas hasta el nivel del Gran Canal. En temporada de lluvias, cuando los niveles son altos, el agua regresa por los colectores ocasionando serios problemas.

Un problema que acompaña al explosivo crecimiento de la mancha urbana es el desarrollo de asentamientos humanos en las partes altas de los cerros periféricos, incluso sobre algunos cauces de agua y sobre terrenos federales protegidos. La velocidad de crecimiento de los nuevos asentamientos hace difícil la dotación del servicio de drenaje y provoca que las descargas de aguas residuales se realicen hacia los cauces de los ríos, hacia pozos de absorción o directamente en la calle, trayendo consigo graves problemas de salubridad y contaminación con residuos cloacales de diversas zonas de recarga de acuíferos dentro del valle. La basura y los escurrimientos con altos contenidos de sedimentos representan un serio problema debido a que ambos tienden a obstruir con frecuencia los túneles y con ello el funcionamiento del drenaje.

Ante la escasez de agua con buena calidad y la creciente demanda de una población en constante aumento, ha sido necesario tratar las aguas residuales con el fin de reciclarlas para los diferentes usos industriales, agrícolas y recreativos. En la actualidad, la ciudad de México cuenta con 10 plantas recicladoras de agua[15]. Las aguas tratadas obtenidas de estas plantas se destinan al riego de áreas verdes, así como a diversos usos industriales y agrícolas; también al llenado de los lagos de los bosques y en el mantenimiento de los niveles de los canales de Xochimilco y Tláhuac.

14. Fortson, J.R. (1986). "*Agua, acueductos, drenaje, conservación y renovación*". El agua, fuente de vida (núm 10)

15. Fortson, J.R. (1986). "*Agua, acueductos, drenaje, conservación y renovación*". El agua, fuente de vida (núm 10)

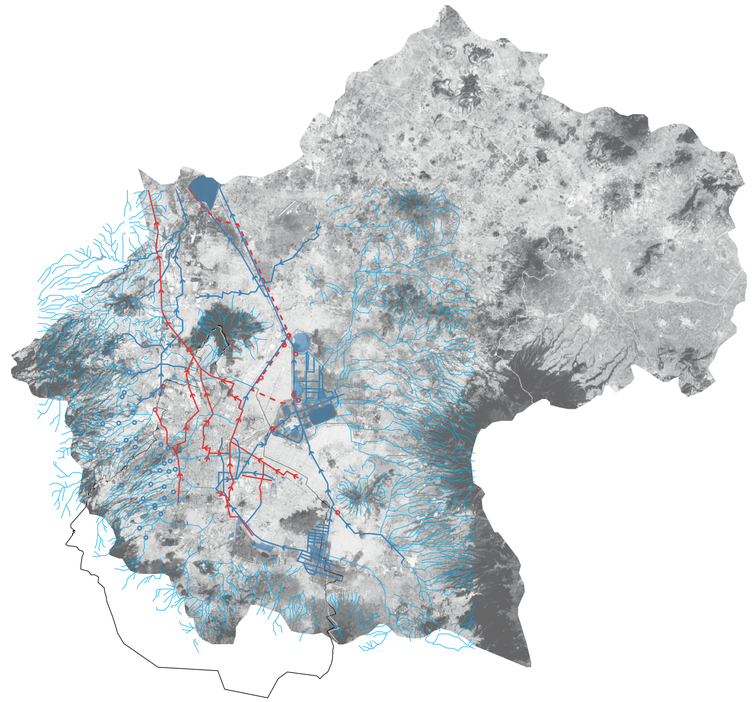


GRAFICO 7. Infraestructura de drenaje para la Ciudad de México. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA. (2012).

CRECIMIENTO POBLACIONAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO

La población del área metropolitana de la ciudad de México ha crecido de manera continua desde fines de la Revolución. Gran parte de la alta tasa de crecimiento de la ciudad se debe al continuo arribo de inmigrantes provenientes de áreas rurales empobrecidas.

El crecimiento de la mancha urbana, estimado a partir de fotografías aéreas de 1953 y 1980, es de 5.2% anual, algo mayor al de la población [16]. La mayor parte de los nuevos desarrollos se han edificado sobre suelos agrícolas de alto valor productivo, lo que agrega un costo adicional al crecimiento de la ciudad: más de 50 000 hectáreas de buenos suelos agrícolas se han perdido durante los últimos treinta años. Adicionalmente, los nuevos desarrollos urbanos que no ocupan suelos agrícolas han sido creados sobre las laderas de la cuenca, sin tomar previsiones adecuadas en relación con el problema de la escorrentía y de la erosión hídrica que generan la tala y la construcción en áreas de fuerte pendiente. Como consecuencia, las avenidas de agua y la erosión del suelo han aumentado significativamente [17].

Al aumentar la mancha urbana más rápido que la población, las densidades poblacionales tienden a disminuir. Automáticamente, se esperaría que las menores densidades generarán una mayor disponibilidad de áreas verdes dentro de la ciudad. Sin embargo, no es así. El nuevo esquema de urbanización muestra una considerable heterogeneidad, según el nivel de ingresos de los grupos sociales que las habitan (posición social de sus habitantes), pero en general son pobremente planeadas e incluyen pocos espacios verdes. En 1950 la ciudad incluía una amplia proporción (21%) de áreas agrícolas y de pastoreo dentro de la misma área urbana, junto con una proporción similar de parques y terrenos baldíos.

Otro factor de problemática debido al crecimiento de la mancha urbana es el cambio de usos de suelo. La frecuencia de áreas verdes dentro de la ciudad ha disminuido considerablemente, la proporción de los espacios verdes dentro de la traza urbana disminuye continuamente, aunque ocurre de forma variable. Los parques y espacios públicos se han conservado más, sin embargo, también

16. Ezcurra, E. (Junio 2012). IV. Las variables ambientales. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 54)

17. Galindo, G. y J. Morales (1987). *El relieve y los asentamientos humanos en la Ciudad de México.* Ciencia y Desarrollo (núm. 76, vol. XII, CONACYT, México, pp. 67-80).



IMAGEN 25. Ecatepec. Santiago Arau. (2019)

desaparecen siendo transformados en áreas pavimentadas para aliviar el intenso tráfico vehicular de la ciudad. Mientras que las áreas verdes del centro de la ciudad desaparecen en un porcentaje anual casi nulo, la desaparición de las áreas verdes del este de la ciudad, donde se encuentran los mayores asentamientos proletarios, es el sector donde la ciudad está cambiando con mayor rapidez. En las áreas más pobres los espacios abiertos son rápidamente ocupados por nuevas casas y hay menos áreas verdes por habitante.

La ocupación desmedida del territorio permitió el desarrollo de asentamientos humanos en zonas geológicas de laderas o en sitios con pendientes topográficas considerables, generando afectaciones en el flujo hídrico natural, pero también creando zonas habitacionales en condiciones de riesgo. Un gran número de estos asentamientos se encuentran en situaciones de informalidad, por lo tanto, no cuentan con servicios básicos en los inmuebles y en ocasiones no cumplen con las normas constructivas adecuadas para el suelo en donde se establecen, estos factores resultan en un sector urbano y de población vulnerable.

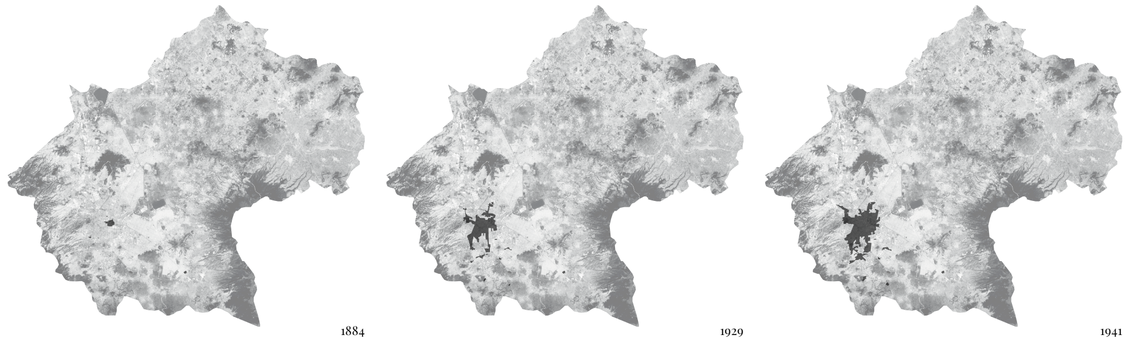


GRAFICO 8. Proceso histórico de crecimiento de Población y Mancha Urbana dentro de la Cuenca de México. Elaboración propia a partir de 'El Agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán de la Megalópolis del siglo XXI' de Legorreta, J. (2006) y 'México Ciudad Futura' Kalach, A. (2010).



IMAGEN 26. Socavón en vialidad causado por inundaciones. SACMEX. (2018). http://www.espaciomx.com/opinion-y-analisis/causas-y-posibles-soluciones-al-problema-del-agua-en-la-ciudad-de-mexico/

CONCLUSIONES

La evolución de la zona metropolitana dentro de la cuenca ha creado una situación compleja en donde convergen factores tanto ambientales como sociales, urbanos y económicos. En el caso del sistema hídrico, se encuentra una relación directa entre la planeación urbana y el manejo del agua desde el inicio de los asentamientos humanos en este territorio; históricamente siempre han existido grandes obras de infraestructura hídrica como cimientos del desarrollo de la Zona Metropolitana del Valle de México. Actualmente, la situación hídrica y de desarrollo urbano son insostenibles, en gran medida por la negación fundamental de las condiciones naturales del territorio y la devastación por explotación de los recursos naturales de la cuenca. A su vez, esta problemática impacta directamente sobre la población y la ciudad, generando una urbe susceptible a riesgos naturales como inundaciones y afectaciones por sismos, con una baja calidad de vida para gran parte de sus habitantes, y las problemáticas sociales creadas por las brechas en el acceso a recursos y condiciones de habitabilidad entre los distintos grupos de población.

"El gran lago aún habita en nuestro inconsciente colectivo, y las pocas zonas lacustres que conserva la ciudad (Xochimilco, Milpa Alta, Tláhuac) sirven para recordarnos la ciudad que perdimos, pero también nos invitan a imaginar la ciudad futura."

Eduardo Vázquez Martín



CAPITULO 2 XOCHIMILCO Y SUS PUEBLOS ORIGINARIOS

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

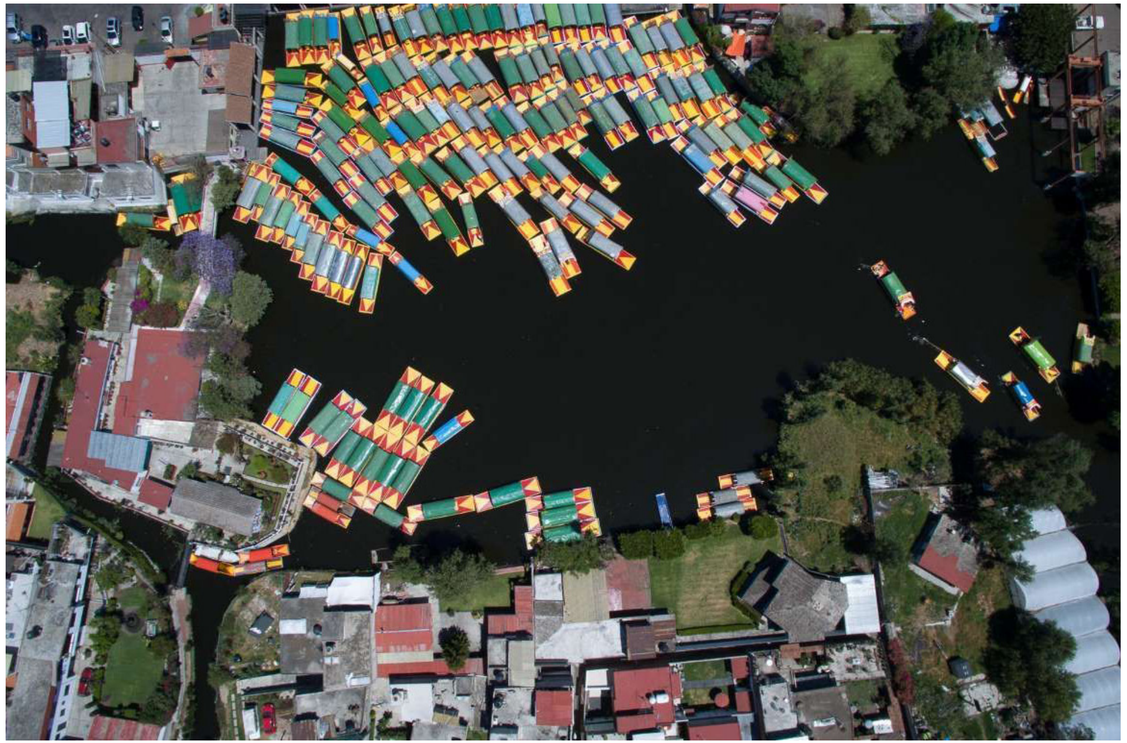


IMAGEN 27. Toma aérea de embarcadero en la Reserva Natural de Xochimilco. Yuri Cortéz. (2016). http://www.afpbb.com/articles/-/3082863

CAPÍTULO 2

Xochimilco y San Gregorio dentro de la Cuenca del Valle de México, el desequilibrio hídrico y sus causas.

Xochimilco es un territorio dentro de la Ciudad de México con gran relevancia en la cultura colectiva para el desarrollo de la ciudad, su relación directa con el sistema hídrico y adaptación a las cualidades del entorno han hecho que sea considerado un lugar de alto valor productivo, social y ambiental

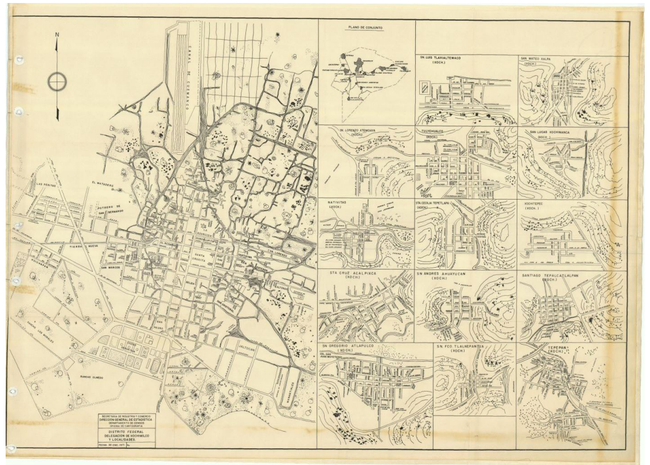
La población dentro de la alcaldía es de 415,007 habitantes a lo largo de 122 km^2 de superficie, con una densidad de 3.4 habitantes por km^2 (INEGI, 2010)[18]. Xochimilco presenta una de las tasas de crecimiento de población más altas de la Ciudad de México, convirtiéndola en un punto importante de llegada para personas provenientes de otros estados del país o de otras zonas de la ciudad, hecho que ha incrementado la ocupación del suelo natural y protegido.

A pesar de la creciente urbanización, Xochimilco cuenta con 14 pueblos originarios que conservan rasgos de la cultura prehispánica, al igual que costumbres arraigadas al respeto y cuidado del agua. El testimonio de esta conexión es la aún existente zona chinampera, basada en una técnica tradicional prehispánica para establecer suelo sobre la superficie del lago, que promueve actividades de agricultura y, a su vez, crea una forma de urbanización y un ecosistema único y diverso; los canales que tejen las chinampas son el hogar de especies endémicas de la zona, además de ser un sitio de muestra de cultura y tradición, a través de las fiestas patronales, ferias comerciales y culturales, de la población. Paulatinamente la creciente mancha urbana ha ocupado el lago y cuerpos de agua dentro de la Cuenca de México causando grandes daños a entornos naturales. El sistema de chinampas

18. Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

es un vestigio importante de la relación entre el agua y la población que actualmente se encuentra en estado de deterioro debido a los daños ocasionados por la falta de planeación en el desarrollo de la ciudad y los asentamientos humanos dentro de las **Áreas Naturales Protegidas (ANP)**[19].

El territorio de Xochimilco se considera como suelo de conservación debido a su importancia dentro del sistema ambiental de la Ciudad de México, diversas instituciones lo han catalogado como zona patrimonial y existen lineamientos especiales para el desarrollo dentro del polígono protegido. De acuerdo con la Convención RAMSAR, los Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco son Humedales de Importancia Internacional, además de ser territorio declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1987.



19. ANP. Las ANP son espacios naturales estratégicos para la conservación de la biodiversidad que garantizan, de alguna manera la vida, generan servicios ambientales que es la capacidad que tiene la naturaleza de aportar aire puro, agua limpia, regular el clima y en algunos casos alimentos para el consumo humano, permiten el hábitat para cientos de especies y mitigan el cambio climático proporcionando un sin número de beneficios gratuitos (paisajísticos y culturales) y bienestar para las poblaciones cercanas y globales. Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA). Gobierno de la Ciudad de México. (s.f.). Recuperado el 12 de febrero del 2021, de https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/areas-naturales-protegidas

IMAGEN 31. Cuadrícula de la delegación Xochimilco y sus localidades. (1971). Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Estadística. Mapoteca Manuel Orozco y Berra

IMAGEN 28. Tipos mexicanos vendedoras de flores en Xochimilco. (1930-1950). https://www.mexicoenfotos.com/mobile/city.php?album=vintage&province=distrito-federal&city=ciudad-de-mexico&page=

IMAGEN 29. Fotografía de Xochimilco, México. Hugo Breheme. (1925).https://mexicoantiguo.tumblr.com/post/173112103586/ciudad-universitariaciudad-de-m%C3%A9xico

IMAGEN 30. Xochimilco. Juan Rulfo. (1950).https://blog.xoximilco.com/es/en-el-lugar-de-la-sementera-florida/







"El sistema chinampero reciclaba de una manera muy eficiente los nutrientes acarreados por las lluvias de los campos agrícolas, a través de la cosecha de productos acuáticos de los canales. Así, se obtenían cosechas abundantes que abastecían de alimentos a la población de la cuenca, estimada por muchos investigadores en varios millones de personas".

Exequiel Ezcurra

SITUACIÓN ACTUAL EN XOCHIMILCO

Xochimilco vive una situación compleja, sus cualidades ambientales la hacen de vital importancia para la sostenibilidad natural en la cuenca de México y, al mismo tiempo, es un territorio que debe responder a las necesidades de vivienda y equipamiento urbano de sus habitantes. El contexto específico de este sitio debe fomentar las propuestas adecuadas para responder a ambas necesidades.

La problemática de Xochimilco y sus pueblos originarios se puede captar desde la perspectiva del desequilibrio hídrico de la Cuenca de México. Dicho balance está perdido, y las vulnerabilidades más acuciantes, según la Autoridad del Espacio Público (AEP) del Gobierno de la Ciudad de México, son las **inundaciones cíclicas y la escasez de agua**. Esta situación hídrica contradictoria que la metrópoli enfrenta a diario es la razón por la cual el agua actualmente nos remite a problemas: la escasez de esta, así como su abundancia, genera situaciones de riesgo que ponen en peligro a muchos de sus habitantes y a la propia cuenca.

La conformación geológica de Xochimilco se compone en un 61% por suelo lacustre y aluvial, además de una franja de transición que limita los suelos lacustres y laderas; el territorio está delimitado por cerros que predisponen escorrentías hacia las zonas bajas y permiten la infiltración debido a sus propiedades físicas. Debido a sus **características territoriales**, específicamente su **topografía** y situación geográfica dentro de la cuenca, la delegación padece inundaciones que ocasionan serios daños en las chinampas, alterando la producción agrícola y su equilibrio ambiental. Las causas de éstas yacen, principalmente, en la topografía del paisaje, al mal manejo de escorrentías, la extensa mancha urbana que alcanza zonas aptas para infiltración y la dependencia de un sistema de drenaje subterráneo insuficiente. Por el contrario, durante la temporada de sequía, existe una escasez de agua, que tiene consecuencias en la salud de la población debido a la falta de agua potable; la deshidratación de la vegetación y la subsidencia del suelo ocurren debido a esta variación extrema.







IMAGEN 32. Chinampas productivas y canal en San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón. (2017)

IMAGEN 33. Canal cegado por basura y maleza. Rafael Milla Acosta. (2017).

IMAGEN 34. Asentamiento irregular sobre chinampa en San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).

Un problema asociado con el explosivo crecimiento de la ciudad es el desarrollo de asentamientos humanos irregulares en las partes altas de las sierras periféricas, incluso sobre cauces de agua y sobre terrenos federales protegidos. La velocidad de expansión de los nuevos asentamientos hace difícil la dotación del servicio de drenaje y provoca que las descargas de aguas residuales se realicen a los cauces de los ríos, hacia pozos de absorción o directamente a la calle. En el caso particular de Xochimilco, las aguas residuales domésticas se arrojan a los canales provocando en ellos una alarmante situación de contaminación. Esto no sólo crea serios problemas de salubridad, sino que además contamina con residuos cloacales zonas de recarga de acuíferos dentro del valle.

Los mejores suelos de la cuenca son ocupados por construcciones, el acuífero subterráneo se hunde más de diez metros en algunas zonas, y buena parte del agua dentro de la cuenca está contaminada. Este problema es evidente en Xochimilco, donde la agricultura chinampera está en proceso de desaparición debido al descenso de los niveles freáticos y la contaminación creciente de los canales.

Las principales zonas representativas que aún se pueden encontrar en el territorio de Xochimilco son:

- **Zona Chinampera**: Designada como zona sujeta a Preservación Ecológica; como se mencionó anteriormente, es el último remanente del gran sistema de producción agrícola de alta eficiencia desarrollado por los pueblos originarios de la antigua cuenca de México. Actualmente, este ecosistema presenta problemas de contaminación y desecamiento en la subcuenca a causa de la sobreexplotación para el abastecimiento por medio de pozos y el daño progresivo de los canales y acequias por actividades no controladas, así como una acelerada ocupación de territorio de humedales y áreas de infiltración natural por parte de asentamientos humanos no controlados.

- **Zona de Transición**: La zona de transición entre el lago y terreno firme está localizada entre las regiones altas y bajas; es considerada como zona de alta susceptibilidad a la conservación del suelo de usos agrícolas. Esta zona se ha visto inmersa en procesos anárquicos de urbanización en los últimos 30 años y actualmente presenta el mayor porcentaje de asentamientos irregulares.







IMAGEN 35. Asentamiento irregular sobre chinampa y chinampa productiva en San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón. (2017)

IMAGEN 36. Zona de transición en San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón. (2017)

IMAGEN 37. Zona de montaña productora en San Gregorio Atlapulco. Alcaldía Xochimilco. Twitter (2020).

- **Zona de Montaña**: Zona que presenta una serie de actividades productivas que aportan al sistema de producción de granos básicos: maíz, frijol, amaranto, girasol y sorgo. La zona de lomas es una zona muy permeable, debido a la presencia de lava original.

Por otro lado, el territorio de Xochimilco contiene cinco de las treinta microcuencas que riegan la gran cuenca de México, por lo que la conservación del recurso hídrico se traduce en la línea estratégica principal para la gestión ambiental del territorio de la delegación.

En los últimos veinte años Xochimilco ha tenido un acelerado crecimiento demográfico, el cual ha significado una mayor demanda de vivienda por parte de la población, servicios públicos de agua, drenaje, limpia, pavimentación; servicios de salud, educación, deporte, cultura y recreación. Garantizar el acceso de la población a estos bienes y servicios públicos ha representado un reto importante para la acción del gobierno a nivel delegacional.

PROGRAMA DELEGACIONAL DE DESARROLLO Y OTROS PLANES DE DESARROLLO PARA XOCHIMILCO

En respuesta a las problemáticas antes mencionadas, y debido a la creciente presión que la Ciudad de México ejerce sobre la Zona Lacustre de Xochimilco, fue necesaria la elaboración, por parte del Gobierno Delegacional de Xochimilco, del Proyecto de Programa Delegacional de Desarrollo, de acuerdo con las disposiciones que marca la Ley de Planeación del Desarrollo del Distrito Federal.

El Programa Delegacional de Desarrollo es el instrumento de planeación que establece las directrices generales de desarrollo social, económico y de ordenamiento territorial (urbano- ambiental) de la delegación, considera proyecciones y previsiones para un plazo de 20 años y atiende las peculiaridades de Xochimilco. Este programa tiene por objeto:

- Sentar las bases del sistema de planeación del desarrollo democrático en la Delegación Xochimilco.

- Sentar las bases de planeación que permitan impulsar e instrumentar el proyecto de desarrollo de Xochimilco a nivel presupuestal.

El Programa estableció instrumentos de planeación participativa donde se recuperaron las principales demandas ciudadanas y las propuestas de organizadores ambientalistas, asociaciones civiles, sectores productivos, comerciantes, artesanos, miembros de los Comités Vecinales y Coordinadores Territoriales. Con estos elementos de consulta de diferentes grupos sociales, funcionarios y especialistas se construyeron propuestas de solución alternativas sobre distintas temáticas en materia social, económica, urbana y ambiental.

Como antecedente a la creación de dicho Programa, la Delegación de Xochimilco inició desde el año 2000 un proceso de planeación en diversas esferas y niveles territoriales. El Plan de Manejo del Patrimonio Cultural de la Humanidad, elaborado en conjunto con la UNESCO en el 2006, establece una serie de acciones para la poligonal considerada Patrimonio Mundial que también incluye parte de las alcaldías de Milpa Alta y Tláhuac. Este documento considera planes de acción que involucran producción agrícola, agua, ordenamiento territorial, turismo, recreación y cultura, para establecer las bases de protección y gestión del patrimonio en Xochimilco. A pesar de los esfuerzos dedicados a este plan, los lineamientos que siguen rigiendo la intervención y desarrollo de la zona patrimonial es el Programa de Desarrollo Delegacional.

El suelo de conservación de Xochimilco ha sido a lo largo de la historia una fuente de bienes y servicios ambientales para los habitantes de la Ciudad de México. Los bosques han jugado un papel crucial en el mantenimiento del régimen hidrológico, la recarga del sistema acuífero, la regulación del clima local y el mantenimiento de las cadenas y redes tróficas, así como el soporte de la flora y fauna del territorio de Xochimilco.

DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

En términos generales, Xochimilco presenta debilidades y fortalezas en los ámbitos social, económico, territorial y político. En el tema de fortalezas y potencialidades, Xochimilco cuenta con características singulares de sus recursos como el agua, suelo, chinampas, sistema de acuíferos, micro cuencas, bosques, flora, fauna y clima; suelo de conservación como fuente de bienes y servicios ambientales para la ciudad, alto potencial para el desarrollo de actividades turísticas tradicionales (zona chinampera) y ecoturísticas, posibilidad de vincular productos del sector primario con actividades turísticas o industriales, las características del suelo permiten la infiltración de agua a los mantos acuíferos, existe identidad cultural, histórica y territorial por parte de sus habitantes; sitios arqueológicos y zona patrimonial milenaria (chinampería), reconocida a nivel mundial por la declaratoria de la UNESCO de 1987; disposición de la población para realizar acciones en beneficio del interés general, equipamiento social como centros de salud, deportivos, casas de cultura y bibliotecas.

En cuanto a las debilidades, Xochimilco presenta insuficiencia jurídica y programática, organizativa y funcional en la instrumentación de programas ambientales, urbanos y agrícolas; falta de alternativas viables de vivienda, falta de tecnología y apoyo financiero en el sector primario; **falta de asistencia técnica en los procesos de producción agrícola, deficientes canales de comercialización directa de los productos del campo,** empleos de baja calidad y baja remuneración, **falta de infraestructura que permita el desarrollo pleno de actividades turísticas y ecoturísticas, falta de un sistema de movilidad interna y externa** que permita la comunicación integral de la Delegación con el resto de la ciudad, así como una deficiente prestación del servicio de transporte público y concesionado; **baja rentabilidad del suelo de conservación con un incremento en la especulación del suelo para usos habitacionales, falta de reserva territorial para la construcción de vivienda y equipamiento social a futuro** (educación, cultura, salud, servicios comunitarios, deporte, recreación), **déficit de vivienda** (construcción de vivienda nueva y mejoramiento del parque habitacional existente), **asentamientos humanos irregulares en el suelo de conservación**, acelerado crecimiento demográfico, cambio incontrolado de los usos de suelo de preservación, rescate y producción rural y agroindustrial para usos habitacionales y falta de una cultura de producción del espacio acorde con el sistema normativo de regulación del suelo y la construcción; **pérdida de fuentes de abastecimiento de agua** (reducción de posibilidades de recarga e incremento de la demanda), degradación de la calidad del agua por contaminación de afluentes (descarga de aguas crudas a los canales y contaminación de cauces con residuos sólidos), **déficit de servicios urbanos, principalmente de agua y drenaje; deficiente calidad de vida que es expresada en la calidad de las viviendas**, servicios con los que cuentan, accesos a satisfactores básicos de educación, salud, recreación, cultura y deporte, entre otros; riesgo de incendios forestales en época de estiaje, **pérdida en la apropiación de conocimientos que permiten una regularidad cultural en la que sustentar la identidad local, falta de programas que difundan valores y tradiciones de Xochimilco hacia el exterior de la ciudad y el resto del país,** falta de mantenimiento al equipamiento de salud existente, falta de mantenimiento al equipamiento sociocultural como bibliotecas, centros comunitarios, casas de la cultura y deportivos; falta de acciones coordinadas entre el gobierno Delegacional y el Gobierno del Distrito Federal para dar una atención íntegra a todas las debilidades / necesidades anteriores.



IMAGEN 38. Portadas de periódicos del 20 de septiembre de 2017. REFORMA. EL ECONOMISTA. LA JORNADA. EL UNIVERSAL. EXCELSIOR. MILENIO (2017).

EL SISMO 19S EN XOCHIMILCO

El 19 de septiembre del 2017 la Ciudad de México fue impactada por un sismo de escala 7.1 Mw, con epicentro en Morelos (120 km de la Ciudad de México). El sismo tuvo una duración de aproximadamente 3 minutos, dejando grandes daños a inmuebles y víctimas en la Ciudad de México, Morelos, Estado de México, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Tlaxcala, Chiapas, Puebla, Michoacán e Hidalgo. La Ciudad de México fue uno de los sitios con mayores afectaciones resultado del sismo, debido en gran parte a la densidad de población y a la exponenciación del movimiento del suelo consecuencia de la urbanización en la zona lacustre del Lago de Texcoco.

Xochimilco fue uno de los puntos dentro de la Ciudad de México que presentaron grandes afectaciones. La Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) publicó los resultados del Censo de Viviendas Dañadas por el Sismo (2019), donde Xochimilco registra 2,165 viviendas dañadas, de las cuales 1,183 presentan un daño parcial y 1,002 fueron pérdida total. En gran parte, estos números son resultado de las prácticas de autoconstrucción que dominan en la zona, donde los habitantes realizan de manera personal todo el proceso de construcción de sus viviendas, y que regularmente no respetan normas de seguridad en la edificación.

Por otro lado, el sismo también causó afectaciones en infraestructura y territorio. Vialidades y calles presentaron fisuras, socavones y baches. Las redes de abastecimiento de agua y drenaje sufrieron daños y averías. A lo largo de toda la Ciudad de México y específicamente en Xochimilco, se expusieron grietas en el suelo, manifestando una problemática aún mayor de daño al territorio.

En tanto el territorio de sus periferias es amenazado por los asentamientos irregulares, el sismo del 19S ha estimulado la aparición de grietas en la Zona de Transición. El agrietamiento del suelo también ha provocado fracturas en redes hidráulicas, motivando la aparición de fugas que ocasionan la contaminación del agua potable, la proliferación del propio agrietamiento, así como la contaminación del agua que se infiltra

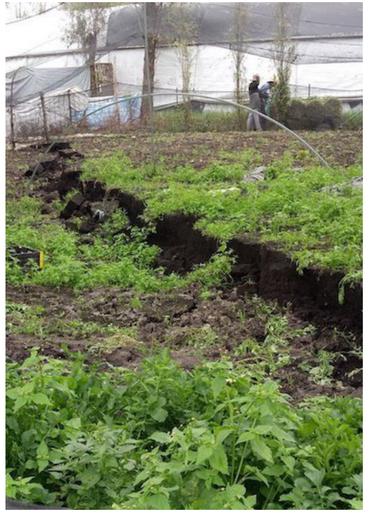


en el acuífero y que también llega a los canales.

Entre otras problemáticas que se han agravado luego del sismo del 19S, una de las principales ha sido la **condición del hundimiento diferencial,** el cual se ha incentivado todavía más provocando serios daños en las viviendas, generando la aparición de grietas sobre el paisaje chinampero, ocasionando serias pérdidas en su producción agrícola; aparición de grietas en canales provocando su desecamiento, así como también en vialidades principales, atrofiando seriamente el, ya de por sí deficiente, sistema de movilidad.

IMAGEN 39. Tláhuac y Xochimilco, las grietas del sismo. https://lasillarota.com/metropoli/desaparecen-recursos-para-grietas-por-sismo-en-xochimilco-y-tlahuac-sismo-cdmx-grietas-xochimilco/242066





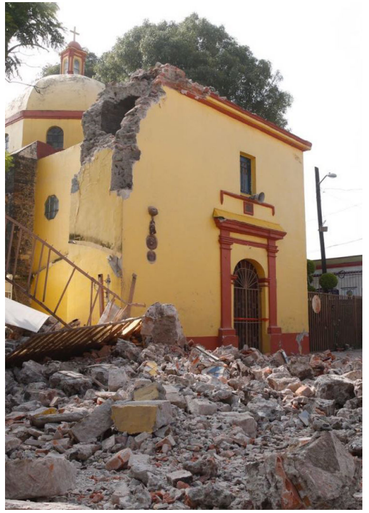


IMAGEN 40. Labores de derrumbes controlados realizados en inmuebles de San Gregorio Atlapulco por parte de especialistas y habitantes del sitio. Iván Rangel Padrón. (2017).

IMAGEN 41. Chinampas hundidas y agrietadas https://plumasatomicas.com/noticias/chinampas-xochimilco-hundidas-y-agrietadas/

IMAGEN 42. Parroquia San Gregorio Magno. San Gregorio Atlapulco. https://expansion.mx/nacional/2017/09/20/xochimilco-otra-de-las-zonas-con-grandes-afectaciones-por-el-sismo?pid=slide-4

PRONÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

El futuro de Xochimilco depende de tres de sus potencialidades, siendo estas su **ubicación geográfica**, sobre todo por el papel principal que juega en relación con el agua, los mantos acuíferos y los recursos naturales; el **potencial productivo**, el cual posibilita la integración entre actividades primarias, turísticas e industria no contaminante; por último, las **características naturales y culturales** que definen y dan identidad a sus habitantes, y que posibilitan su integración al desarrollo cultural de la Ciudad de México.

Estas tres potencialidades que posee Xochimilco son precisamente las particularidades que se encuentran en una alarmante situación de vulnerabilidad. El sismo del 19 S se ha encargado de estimular muchas de las problemáticas presentes en el territorio, algunas de ellas relacionadas estrechamente al equilibrio hídrico del sitio.



IMAGEN 43. Xochimilco. Santiago Arau. (2017).



IMAGEN 44. Pista Olímpica Virgilio Uribe. (1968). https://mexico.as.com/mexico/2017/01/18/album/1484716977_485323.html

CONCLUSIONES

Xochimilco y sus pueblos originarios son y han sido un elemento importante en la estructura del sistema hídrico y social de la cuenca de México a través del tiempo, en este sitio se conservan tradiciones relacionadas a la convivencia con el agua y al entendimiento de las posibilidades en las condiciones del territorio para su ocupación, sin embargo, su situación actual refleja una serie de problemáticas que son el resultado de malas decisiones en temas de desarrollo urbano y preservación de los recursos naturales. Continuar con estas prácticas seguirá situando a la delegación, y a sus habitantes, en una posición de gran vulnerabilidad. El entendimiento de la problemática actual, los factores que la componen y el proceso histórico del que es resultado representan la base para la generación de soluciones y propuestas que busquen cambiar el curso de la situación en Xochimilco.

El sismo del 19 S es un llamado de emergencia al rescate de la zona protegida de Xochimilco y, consecuentemente, del equilibrio ambiental y ecológico de la Ciudad de México. Este acontecimiento atacó al territorio fuertemente, pero, a su vez, situó la atención de vuelta en las potencialidades y características que hacen único a este sitio.



CAPITULO 3 ANÁLISIS URBANO DEL POLÍGONO REGIONAL

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

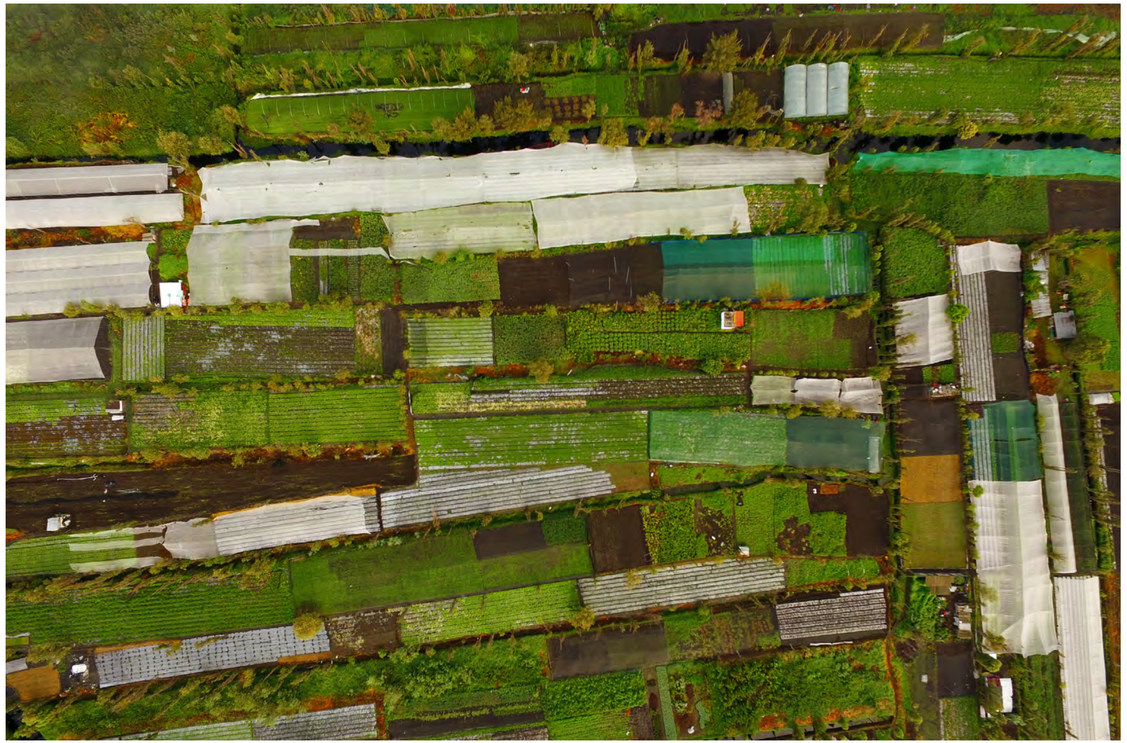


IMAGEN 45. Xochimilco desde el aire, zona chinampera de San Gregorio Atlapulco. Pablo Leautaud. (2016). http://www.flickr.com/photos/pleautaud/29621536163

CAPÍTULO 3

El pueblo de San Gregorio Atlapulco y su relevancia para el sistema hídrico de la ciudad, análisis urbano como medio de entendimiento del territorio.

Dentro de los pueblos originarios de Xochimilco, San Gregorio Atlapulco es uno de los más importantes. Este sitio mantiene vivas las costumbres y tradiciones de sus antepasados, en este lugar se encuentra el sistema chinampero aún productivo de la Ciudad de México, el cual conserva flora y fauna endémica, , el cual se mantiene como un sustento ambiental importante para la Cuenca de México.

La palabra Atlapulco significa “donde revolotea el agua” o “las tierras del fango”, ilustrando su relación estrecha con el recurso hídrico. El pueblo de San Gregorio Atlapulco ha sido de gran relevancia para la Ciudad de México en el transcurso de su historia, la presencia de un sistema productor chinampero abasteció constantemente de productos a los ciudadanos. Las chinampas han marcado el desarrollo del pueblo en un sentido urbano, social y económico, las tradiciones en torno al trabajo de las chinampas rigieron las actividades de este sitio. Actualmente el estado del sistema hídrico y chinampero se encuentra en deterioro debido a la creciente urbanización sin control y el descuido del medio natural, otra consecuencia ha sido la pérdida del conocimiento sobre la relevancia tradicional de las chinampas para medios de producción y para la sostenibilidad ambiental.

Con el desarrollo urbano de la Ciudad de México la mancha urbana y ocupación de suelo de conservación aumentaron de manera desmedida, la falta de control en los asentamientos ha generado un sitio

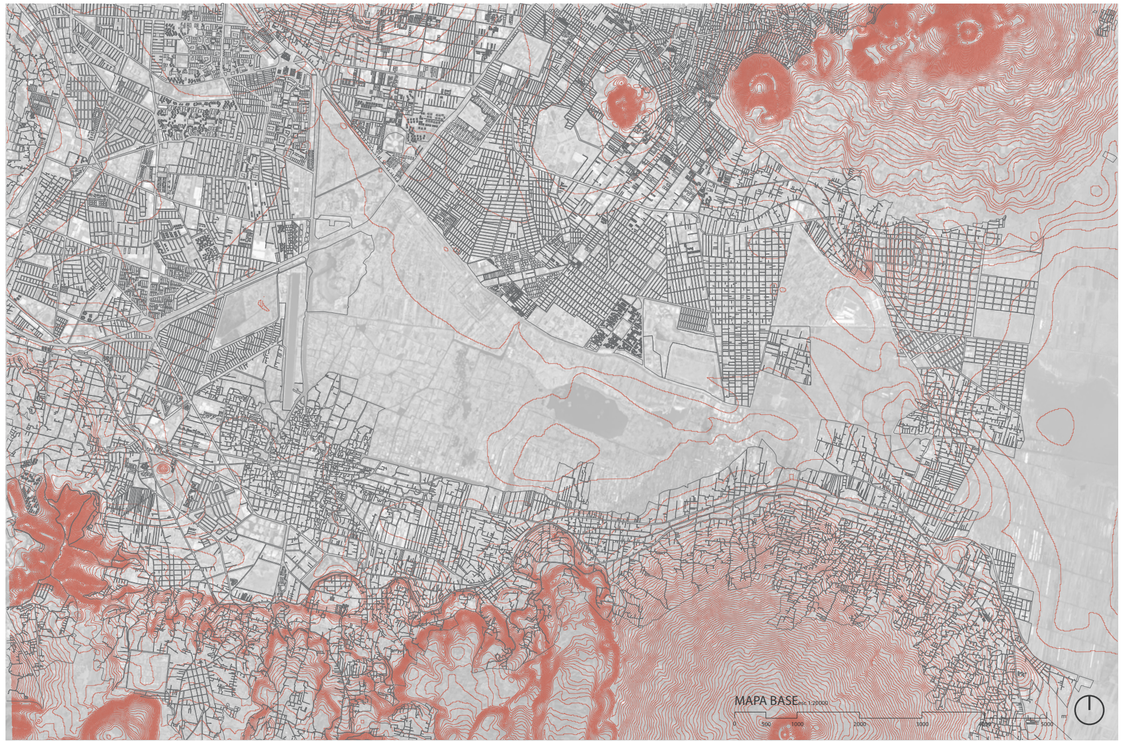
con diversas problemáticas en términos de infraestructura, equipamiento, impacto ambiental, pérdida de tradiciones, movilidad y daño al territorio que crean una situación compleja para su estudio. Un análisis urbano de la zona abre paso para detectar estas problemáticas y señalarlas en puntos específicos del sitio, la relación entre diversos factores otorga la posibilidad de revelar partes del territorio con un escenario desfavorable en dos o más elementos analizados.

Conociendo los factores de acción y elementos de importancia en la zona se define un polígono de estudio, los límites del polígono son marcados por el volcán Teuhtli y la Sierra de Ajusco Chichinauhtzin, la frontera norte del ejido de San Gregorio Atlapulco, el término de los pueblos de San Luis Tlaxialtemalco al este y Santa Cruz Acalpixca al oeste. Este polígono permite contextualizar los datos recabados en un sitio específico y entender de manera regional las distintas problemáticas que se encuentran en este territorio.

El análisis urbano de escala regional nos permite generar un diagnóstico de la zona, esto es desglosar la situación actual del sitio y definir una serie de problemáticas que lo afectan. Consecuentemente se establece un pronóstico, que explora las posibilidades o potencialidades que se presentan como resultado del análisis, sentando las bases para propuestas y acciones dentro del polígono.

Este análisis se realiza por medio de capas y mapas que permiten conocer la situación actual del polígono de estudio. De igual forma es importante entender de manera individual los factores que componen al sitio, para después localizar los puntos específicos que pueden ser intervenidos con una propuesta urbano – arquitectónica que pretenda impactar positivamente a la situación actual de San Gregorio Atlapulco y las zonas colindantes.

GRAFICO 9. Polígono regional - Mapa Base. Elaboración propia a partir de "Conjunto de datos vectoriales de información". INEGI. (2010).



GEOLOGÍA

La formación geológica del polígono se conforma con base en su ubicación y proceso evolutivo al que el suelo ha sido expuesto. En las zonas del norte y sur se encuentra montañas, mientras en la zona central, este y oeste se presentan las zonas de valle, donde antiguamente se encontraba el lago. Las características de cada zona responden directamente al sector geográfico en que están situadas. El estudio geológico del polígono revela información sobre el tipo de roca que se encuentra en ese sitio, sus particularidades y potenciales para diversas aplicaciones.

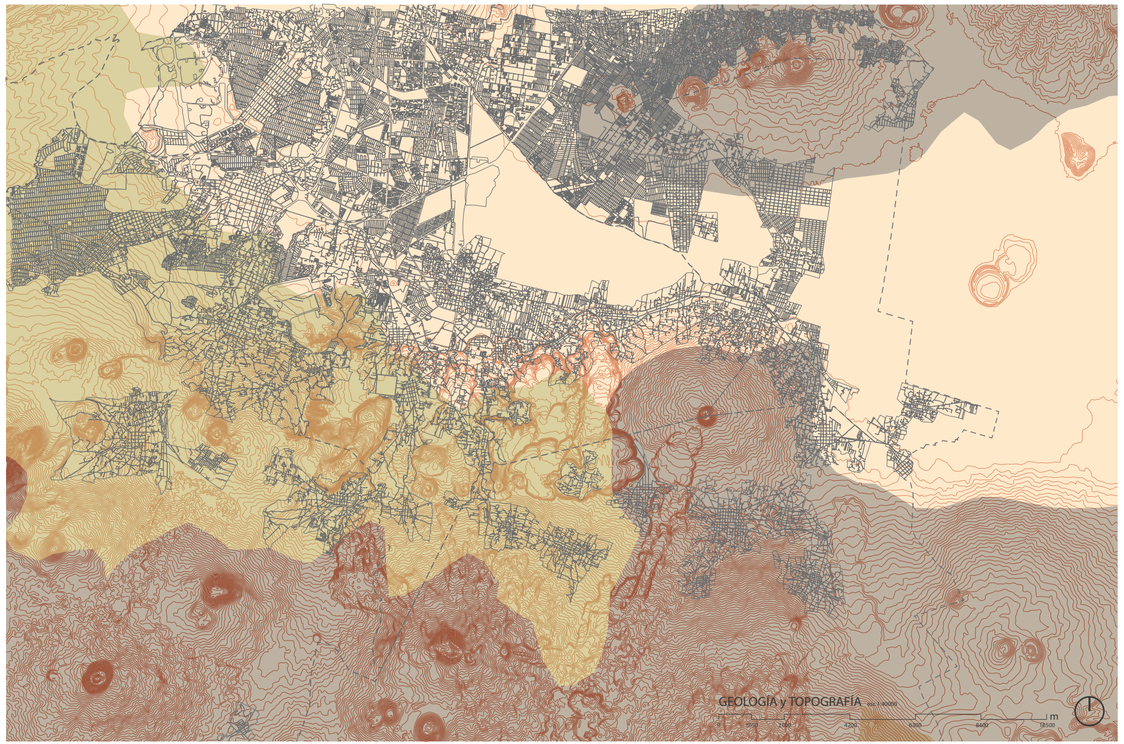
En la zona de montaña al noreste y sur se encuentra roca ígnea extrusiva. Estas son formadas por la solidificación del magma en la superficie terrestre, por lo que también se les denomina roca volcánica. Debido a su rápido enfriamiento se forman pequeños cristales que le dan una textura de granos finos. Se trata de rocas con gran contenido de minerales que conforme a su composición química exponen diferentes texturas.

Al oeste del polígono se encuentran rocas volcanoclásticas, estas son producidas por actividad volcánica seguida de remoción, es decir, una unión con otro material. De acuerdo con su granulometría se pueden encontrar en ceniza, pequeñas piedras (lapilli) y bloques o bombas, cuentan con texturas porosas que varían dependiendo de los minerales que la conforman y el transporte o movimiento que hayan tenido al formarse.

En el centro, este y noroeste se presentan las rocas sedimentarias, se forman por la precipitación y acumulación de minerales, compactación de restos vegetales y animales que se consolidan en rocas duras. Estas rocas son resultado del proceso de litificación, que es cuando una roca preexistente experimenta erosión, transporte, depósito, compactación o diagénesis produciendo una roca con nuevas características y componentes. Estas rocas son clasificadas de acuerdo con el proceso del cual resultaron y por sus componentes, a partir de esto se pueden conocer sus características específicas como la textura y dureza.

Roca Ígnea Extrusiva
Roca Ígnea Extrusiva ácida
Roca Volcanoclástica
Roca Sedimentaria
Curvas de nivel
Traza urbana

GRAFICO 10. Polígono regional - Geología. Elaboración propia a partir de "Conjunto de datos vectoriales de información Geológica. Rocas". INEGI. (2010).



EDAFOLOGÍA

El estudio edafológico expone la composición del suelo con relación a su contexto inmediato, esto permite conocer los atributos y limitantes físico - químicos del suelo presente dentro del polígono de estudio.

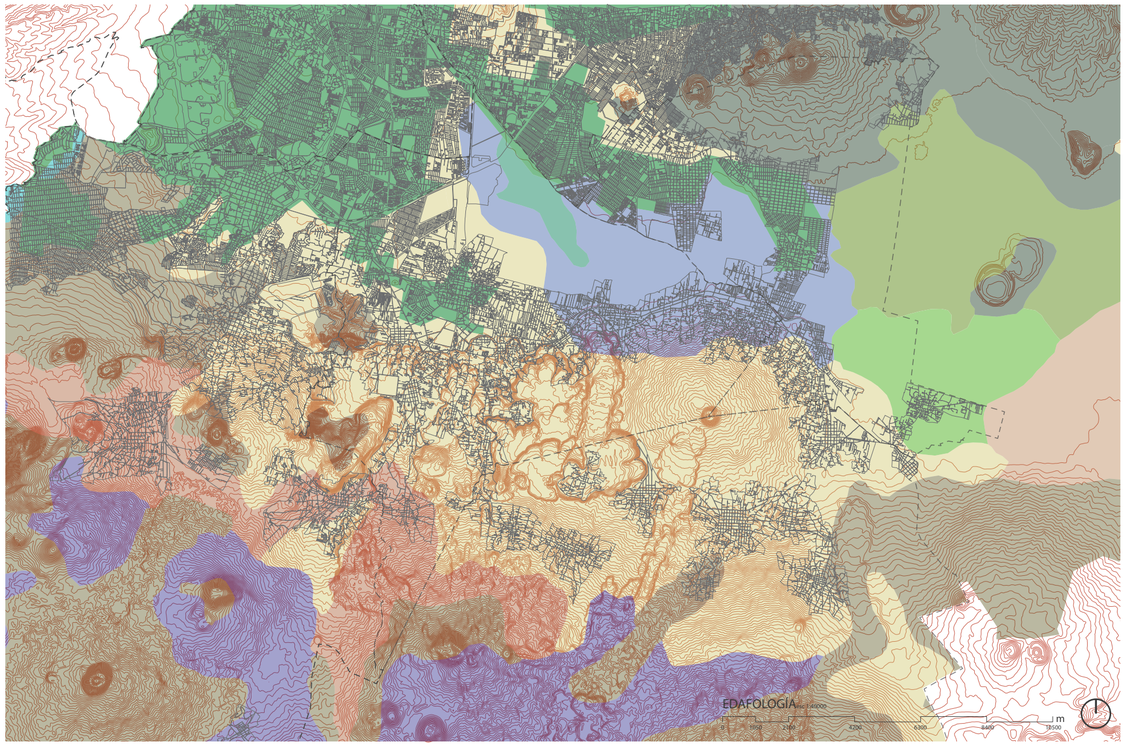
El tipo de suelo dominante en Xochimilco se denomina Feozem Haplico, se encuentra en toda la zona central de la alcaldía. Se caracteriza por tener una capa superficial obscura, suave y rica en materia orgánica. Son de profundidad variable, cuando son profundos se encuentran en terrenos planos y se utilizan para agricultura de riego temporal con rendimientos altos; por el contrario, cuando son menos profundos, se sitúan en laderas o pendientes y presentan un límite de roca que resulta en rendimientos más bajos para la agricultura y fácil erosión, por lo que son usados para el pastoreo o ganadería. El resultado óptimo en producción agrícola en estos suelos depende de la disponibilidad de agua para riego.

En la zona norte se presenta el tipo de suelo Histosol Eútrico, este se define por su alto contenido de materia orgánica, son de color negro, esponjosos, ligeros, y con alta capacidad de retención de humedad. Usualmente se encuentran en sitios donde se acumulan desechos orgánicos y agua, como pantanos y lechos de antiguos lagos. En ocasiones se puede encontrar un olor a podrido, así como una importante concentración de salitre.

Por otro lado, se encuentra la zona delimitada como suelo poblado, es decir, cuando el establecimiento de edificaciones y asentamientos humanos ha obstruido de manera directa conocer las propiedades del suelo de manera superficial.



GRAFICO 11. Polígono regional - Edafología. Elaboración propia a partir de "Catálogo de metadatos geográficos Edafología". CONABIO. (2001).



HIDROLOGÍA

En términos hidrológicos el análisis busca señalar la distribución y circulación del agua dentro del polígono, de esta forma se puede desglosar la importante interrelación del sitio con el recurso hídrico.

Dentro del polígono se encuentran diversos cuerpos de agua. Algunos de estos son formados por la lluvia o se encuentran solo por temporadas, como la Presa Cuemanco y el cuerpo de agua intermitente al norte; otros, tienen presencia todo el año e inclusive se realizan distintas actividades en ellos, como la pista olímpica Virgilio Uribe, el Lago Huetzalin y el Lago artificial del Bosque de Tláhuac.

Por otro lado, se encuentran tres vasos reguladores, estos tienen el objetivo de canalizar el excedente de agua para evitar inundaciones. Los vasos Cuemanco y San Lucas Xochimanca son infraestructura construida con el objetivo específico de aliviar las inundaciones en la zona, mientras que la Reserva Ecológica de Chinampas actúa de la misma manera, pero de forma natural.

La topografía forma parte importante dentro del sistema hidrológico del polígono, las pendientes de la zona de montaña al norte y sur forman escurrimientos que descienden a la zona chinampera, conectándose en diversas ocasiones con los canales y cuerpos de agua. **Debido a la urbanización de la zona de montaña al sur, los escurrimientos atraviesan en algún momento de su recorrido por áreas construidas, creando obstáculos que en ocasiones resultan en inundaciones o contaminando la corriente de agua que desemboca en los canales.**

La zona de mayor relevancia hidrológica se encuentra en el centro del polígono, el sistema de chinampas cuenta con una tradición de producción agrícola y cultura colectiva basada en la convivencia con el recurso hídrico. Los canales tienen una importancia hídrica, pero también aportan significativamente en términos de flora y fauna, actividades económicas e infraestructura.

Vaso Regulador

1. Cuemanco
2. San Lucas Xochimanca
3. Reserva ecológica de chinampas

Cuerpos de agua y canales

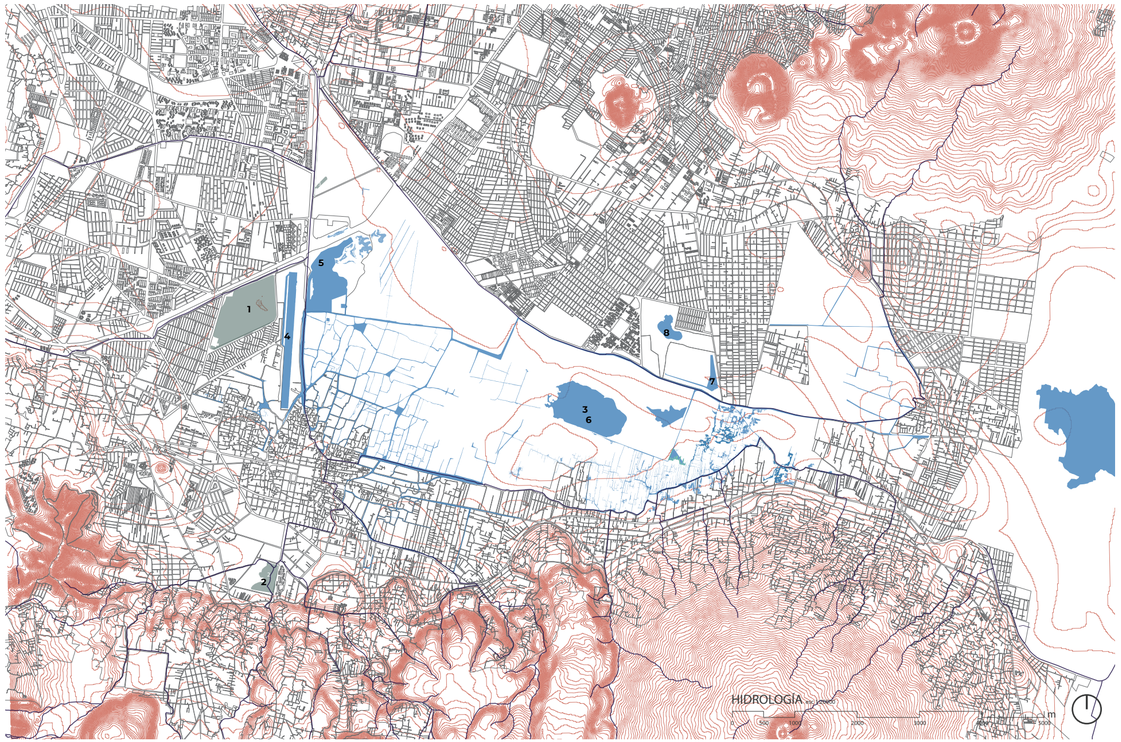
4. Pista Olímpica Virgilio Uribe
5. Lago Huetzalin
6. Presa Cuemanco
7. Cuerpo de agua intermitente
8. Lago artificial bosque de Tláhuac

Escurrimientos

Curvas de nivel

Traza urbana

GRAFICO 12. Polígono regional – Hidrología. Elaboración propia a partir de "Conjunto de datos vectoriales de información topográfica". Serie V. CDMX. INEGI (2010) y "Sistema de Información Geográfica de la Zona Lacustre de Xochimilco". PAOT. (2014).



ZONA CHINAMPERA

Históricamente el sistema chinampero ha sido la columna principal sobre la que se sostiene Xochimilco, en términos ambientales, económicos y de infraestructura. Al paso del tiempo y con la creciente urbanización su morfología ha cambiado de un sitio completamente natural a uno con paisajes mixtos de edificaciones, tradiciones y naturaleza. El análisis de la zona chinampera señala las distintas zonas dentro del sistema y sus características actuales.

En el polígono encontramos cinco pueblos originarios de Xochimilco, estos se encuentran en la zona sur del sistema chinampero, colindando con las chinampas productivas al norte. Estos pueblos preservan tradiciones y prácticas relacionadas a la producción agrícola en chinampas y al cuidado del agua. Cada uno preserva una identidad única y celebraciones dedicadas a su localidad.

La zona chinampera se divide por sectores de acuerdo con su localización, las áreas colindantes al centro de Xochimilco han sido paulatinamente invadidas por la urbanización y su producción ha caído radicalmente. Actualmente las zonas chinamperas más importantes son las de San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco, esto debido a su continua producción y a su relación directa con pueblos originarios con mayor tradición chinampera.

Áreas al este del polígono y dentro del pueblo de Santa Cruz Acalpixca presentan una situación donde la urbanización se ha hecho presente pero aún no ha acabado con la producción chinampera. Por lo que se convierten en un punto clave para la preservación del sistema.

El mapa señala la infraestructura y equipamiento existente en la zona, en su mayoría responde a actividades económicas de la zona como mercados de plantas y embarcaderos, aunque también se presentan deportivos y centros de recreación.

Zona chinampera actual

1a. Chinampería de Xochimilco N-O
2a. Chinampería de Xochimilco N-E
3a. Chinampería de Xochimilco Este
4a. Chinampería de Xochimilco S-E
5a. Chinampería de San Gregorio Atlapulco
6a. Chinampería de San Luis Tlaxialtemalco

Antigua chinampería sin urbanizar

1b. Distrito de riego
2b. Ejido San Gregorio Atlapulco

Antigua chinampería semi - urbanizada

1c. Expansión de Santa Cruz Acalpixca
2c. Col. Atotolco Chinanco
3c. Col. Quirino Mendoza y Las Animas

Antigua chinampería urbanizada

1d. Expansión Xochimilco Oeste
2d. Expansión Xochimilco Sur

Pueblos originarios

1e. Xochimilco
2e. Nativitas
3e. Santa Cruz Acalpixca
4e. San Gregorio Atlapulco
5e. San Luis Tlaxialtemalco

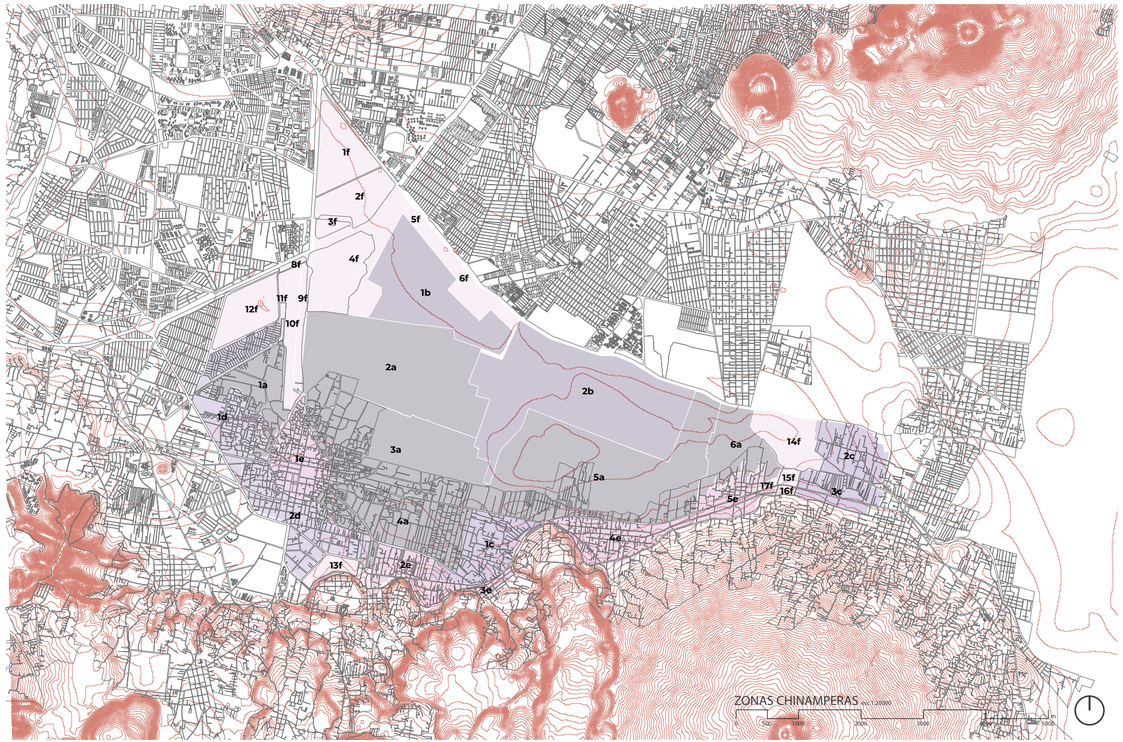
Infraestructura y equipamiento regional

1f. Ciénega grande
2f. Deportivo Cuemanco
3f. Mercado de plantas Cuemanco
4f. Parque ecológico Xochimilco
5f. C.F.E.
6f. Vivero Nezahualcóyotl
7f. C.L.X.
8f. Z de la Marina
9f. Embarcadero Cuemanco
10f. Pista de remo y canotaje Virgilio Uribe
11f. Club deportivo
12f. Ciénega chica
13f. Bosque de nativitas
14f. CORENA
15f. CEA Acuexcomatl
16f. Bosque San Luis Tlaxialtemalco
17f.Mercado de plantas

Curvas de nivel

Traza urbana

GRAFICO 13. Polígono regional - Zona Chinampera. Elaboración propia a partir de "Plan de manejo integral para el desarrollo sustentable de la zona lacustre de Xochimilco". CENTRO GEO, CONACYT. (2016).



SUELO DE CONSERVACIÓN

Debido a la importancia natural y tradicional de Xochimilco, se han implementado diversos lineamientos para su protección. Los planes y reglamentos establecidos en esta zona han catalogado el suelo de una manera específica de acuerdo con sus propiedad y características, así las acciones que se lleven a cabo en dicho sitio no perjudicarán las cualidades que lo hacen especial.

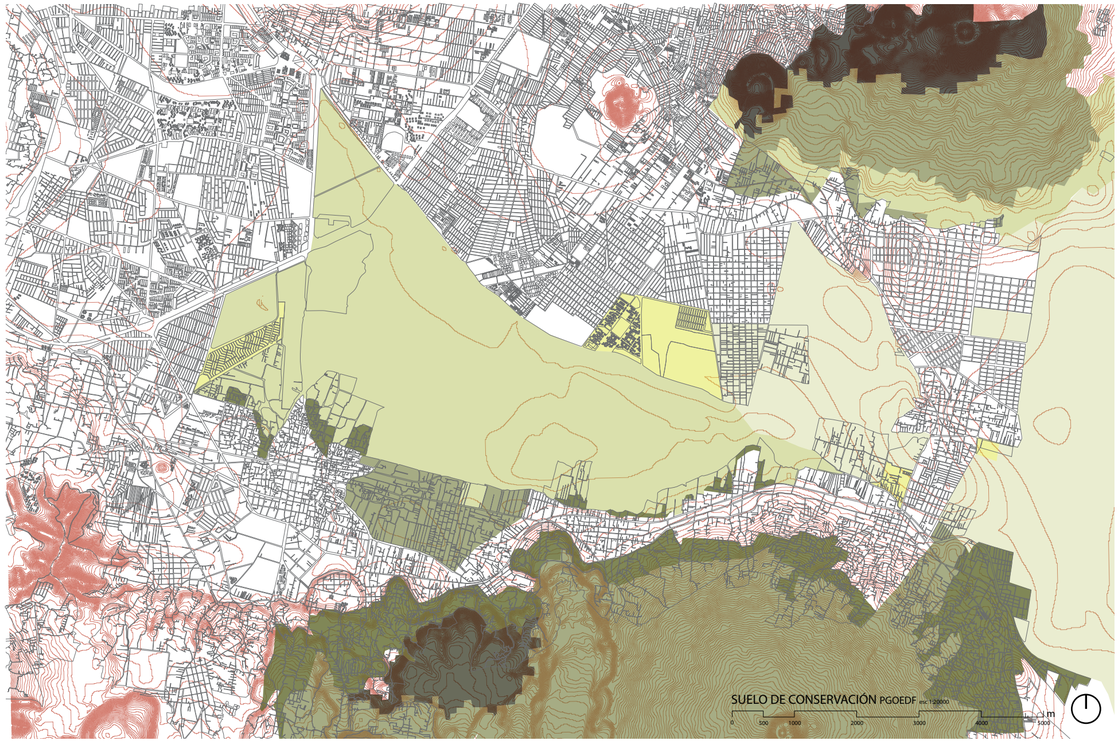
La ciénega de Xochimilco está categorizada como un área natural protegida, que de acuerdo a la SEDEMA Y CONABIO son sitios distintivos por sus características ecogeográficas, bienes y servicios ambientales, tales como recarga de acuíferos, generación de oxígeno, mejoramiento de la calidad del aire, regulación del clima, disposición para esparcimiento y recreación, hábitat de flora y fauna, entre otros. Por lo tanto, los programas buscan sentar los estatutos de cómo intervenir estas zonas enfocadas en su preservación.

En la zona de montañas, al sur del polígono, el suelo se categoriza como Agroecológico. Esto quiere decir que la actividad agrícola es impulsada para la conservación del suelo mismo. De igual forma se presentan zonas forestales de conservación, que buscan preservar de manera completa la flora del sitio.

En ambos casos las zonas protegidas sufren de un gran impacto ambiental a pesar de los programas establecidos para su cuidado. La urbanización y abandono de tradiciones relacionadas a aspectos ambientales han creado una situación de continuo daño a las cualidades naturales de la zona.

Área natural protegida
Programas parciales
Equipamiento rural
Agroecológico
Forestal de conservación
Forestal de protección
Curvas de nivel
Traza urbana

GRAFICO 14. Polígono regional - Suelo de Conservación. Elaboración propia a partir de "Sistema de Información Geográfica Participativo de la Zona Lacustre de Xochimilco". PGOEDF. (2000).



MANCHA URBANA Y ESPACIO LIBRE

El análisis de la mancha urbana en el polígono permite conocer los sitios en donde los asentamientos humanos han ganado territorio frente al área natural y espacio abierto de Xochimilco. En gran parte el deterioro ambiental de esta zona ha sido resultado de la urbanización sin control y el desmedido uso de los recursos naturales del sitio.

La mancha urbana invade el polígono desde la zona noroeste, la ciudad se expandió de forma que el centro de Xochimilco y todos sus pueblos originarios fueron fusionados. La zona central de la ciénega y las zonas montañosas del norte y sur se han mantenido sin invasión, aunque la mancha pretende avanzar hacia estos puntos. Por otro lado, el espacio libre se encuentra como una especie de barrera de protección alrededor de la zona de ciénega y montañas. Estos espacios libres no son tan presentes dentro de la gran mancha urbana, lo que señala una escasez de área abierta dirigida a espacio de recreación o zonas de amortiguamiento natural.

Los asentamientos sub urbanos son aquellos que se establecen sin ordenamiento o regularidad. Por lo que es notorio que la mancha urbana se proyecta a crecer en dirección a las zonas abiertas, estos asentamientos regularmente no cuentan con la infraestructura y condiciones ideales para establecer más población, dando como resultado un impacto directo en el estado ambiental del sitio.

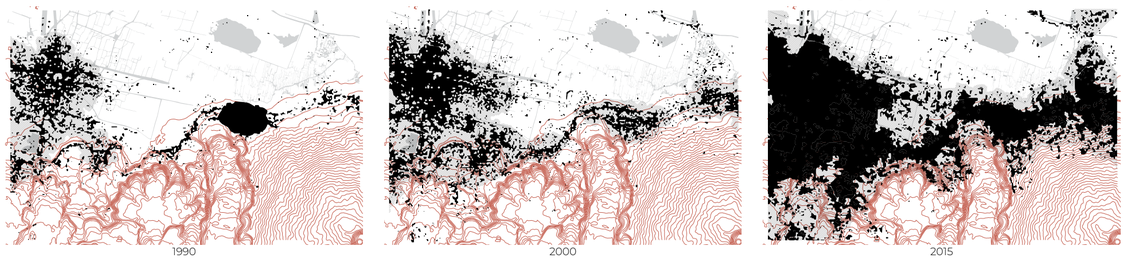
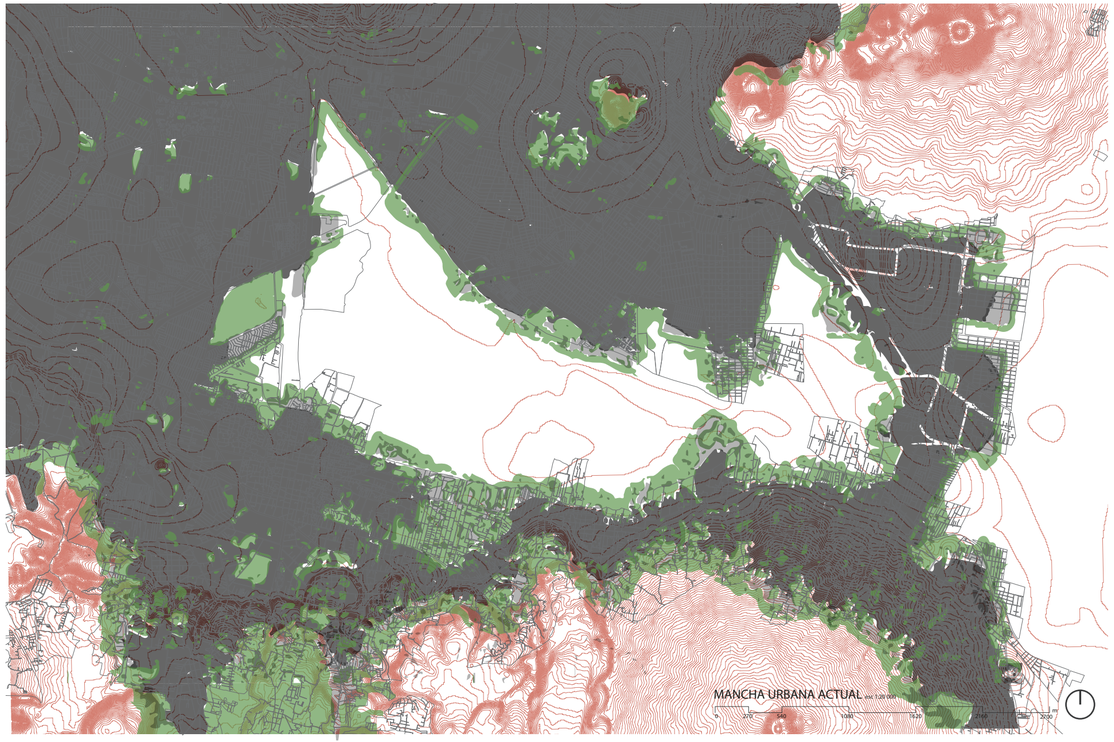


GRAFICO 15. Polígono regional - Mancha Urbana y Espacio Libre. Elaboración propia a partir de "Atlas of Urban Extension". (2014) .

GRAFICO 16. Proceso de población y crecimiento de la mancha urbana en los pueblos originarios de Xochimilco. Elaboración propia a partir de "Atlas of Urban Extension". (2014).



ÁREAS VERDES Y AGRICULTURA

Los espacios abiertos del polígono son clasificados de acuerdo con su uso, las actividades que se realizan dentro de estas zonas son las que le otorgan una característica específica. Con base en la clasificación de cada zona es que aplican distintos reglamentos o normativas para la protección de las áreas libres.

En la parte norte de la ciénega y al sureste en la zona de montaña, se encuentran áreas de riego eventual, es decir, que depende de sistemas humanos de irrigación para mantener el crecimiento de las cosechas. Generalmente, este método es empleado por pequeños agricultores y su eficacia depende de la técnica de riego empleada.

En la zona sur y este del polígono, y sur de la ciénega se encuentran áreas de agricultura de temporal, es decir, que depende del ciclo de lluvia por temporada para mantener la cantidad de agua necesaria por los cultivos. Por esta razón es importante conocer las características climatológicas del sitio, al igual que las propiedades del suelo sobre el que se cultiva. Dentro del polígono, las áreas de agricultura de temporal son las que han sido impactadas de manera importante por el crecimiento de la mancha urbana.

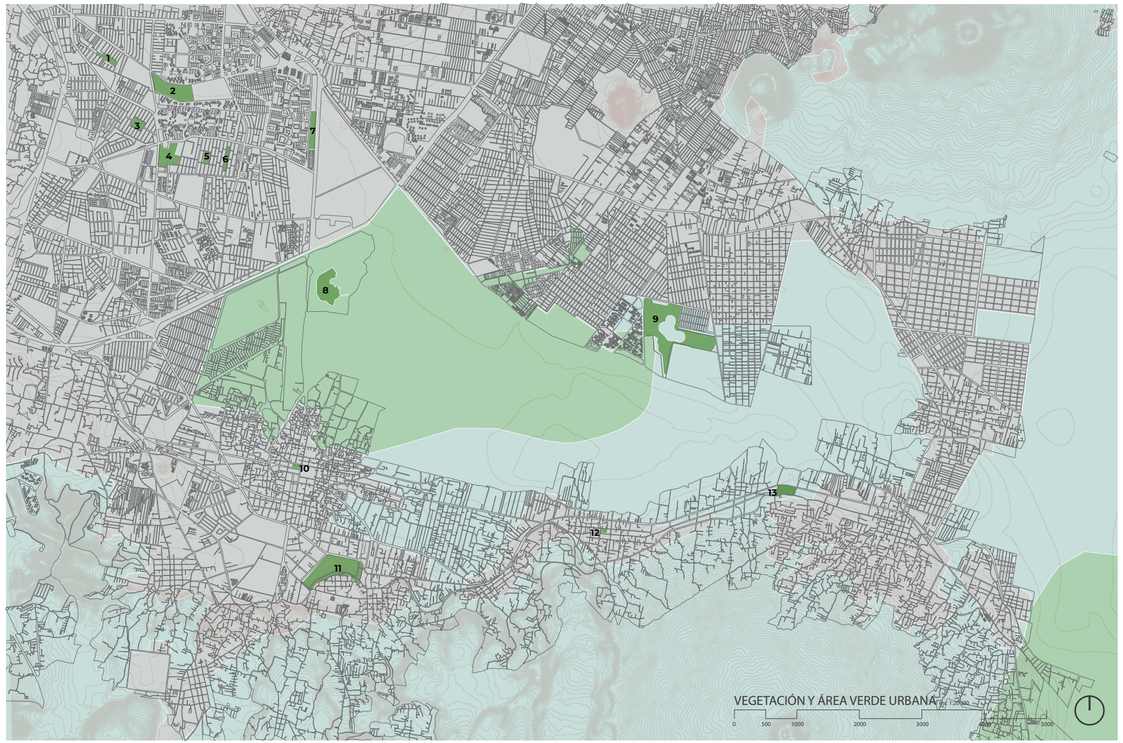
Las áreas verdes del polígono se encuentran concentradas en el punto noroeste, donde la mancha urbana se encuentra establecida y el equipamiento urbano debe cumplir con características de espacio libre. En el resto del polígono no existe un número importante de espacios dirigidos a áreas verdes, en la zona sur de las chinampas, donde se encuentran los pueblos originarios de Xochimilco, es visible la falta de estos espacios.

Agricultura de riego eventual
Agricultura de temporal
Área urbana
Área verde urbana

1.Parque Sargento Pedraza
2. Parque ecológico Los Coyotes
3. Parque Jardines de Coyoacán
4.Alameda del Sur
5.Parque Campestre Coyoacán
6.Jardín Santa Cecilia
7. Parque Deportivo CTM Culhuacán
8. Parque ecológico de Xochimilco
9. Bosque de Tláhuac
10 Jardín Juárez
11. Bosque de Nativitas
12. Parroquia San Gregorio Magno
13. Bosque de San Luis Tlaxialtemalco

Curvas de nivel
Traza urbana

GRAFICO 17. Polígono regional - Áreas Verdes y Agricultura. Elaboración propia a partir de "Conjunto de datos vectoriales de información - Uso de suelo y Vegetación". INEGI. (2010).



HUNDIMIENTOS E INUNDACIONES

En la actualidad la Ciudad de México sufre una situación alarmante de hundimientos diferenciales y de inundaciones en temporada de lluvias. Por esta razón se enfatiza la importancia de analizar puntualmente cómo estos factores se presentan en la zona de estudio.

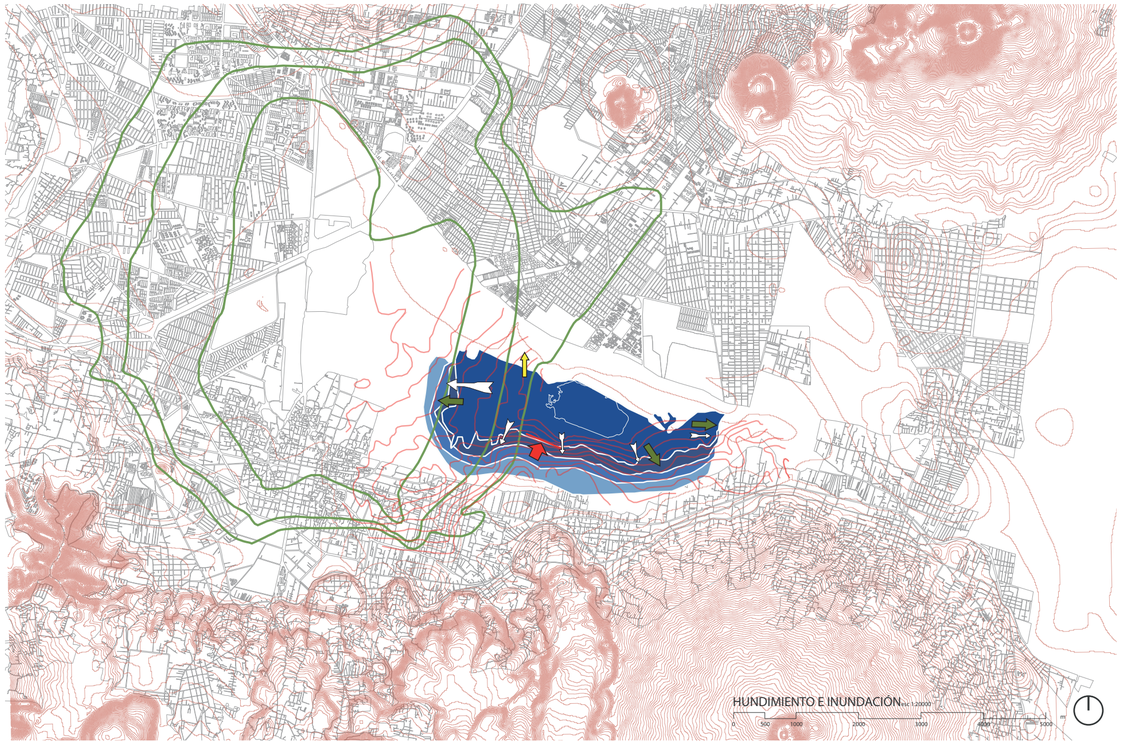
Desde una perspectiva general, los hundimientos en la Ciudad de México se presentan en las zonas donde antiguamente se encontraba el lago. En el caso del polígono se presenta de igual forma, las zonas urbanas que rodean la ciénega presentan hundimientos en dirección a la ciénega y dentro de la zona chinampera los hundimientos tienden a hacia el centro de la misma. Es posible observar la tendencia de los hundimientos en la zona lacustre, debido a las características del suelo y al desarrollo urbano que se concentra en este punto.

Relacionado a la situación de hundimientos, se presentan inundaciones en la zona. Lógicamente, estas se encuentran en sentido contrario de los hundimientos, presentándose en el centro de la zona chinampera hacia las zonas urbanas que la rodean. La proyección de inundación para los próximos años se acerca peligrosamente hacia la zona de chinampas productivas y a los asentamientos urbanos colindantes con ellas. Esta situación pone en peligro a todo el sistema chinampero, su producción agrícola y a los habitantes de los pueblos originarios que podrían ser afectados por estas inundaciones.

Durante la época de lluvia (junio - septiembre), la alcaldía Xochimilco es uno de los sitios con mayores encharcamientos e inundaciones. La falla y saturación de infraestructura enfocada al alivio de la concentración de agua provocan daños a inmuebles, equipamiento e infraestructura anualmente.

Inundaciones 1974 a 2002
Inundaciones 2012
Proyección inundación 2022
Proyección inundación 2032
Hundimientos en ANP
Hundimientos DGCOH
Curvas de nivel
Traza urbana

GRAFICO 18. Polígono regional - Hundimientos e inundaciones. Elaboración propia a partir de "Informe Final - Tendencias y propuestas sobre el hundimiento de la zona del ANP. Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco". PAOT. (2012).



Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLASIFICACIÓN DEL SUELO Y GRIETAS

De acuerdo con la Secretaría de Protección Civil y el CENAPRED, el suelo de la Ciudad de México se puede clasificar en tres zonas según su ubicación geográfica y a las características que presentan. La zona uno está formado por roca y suelo firme en áreas de lomas o pedregales, la zona dos es la etapa de transición que se constituye por medio de estrato arenoso, limo - arenosos y arcillas, un suelo más blando en donde los depósitos profundos pueden encontrarse a 20 metros de profundidad, y la zona tres, que se ubica en el área lacustre y está conformada por arcillas altamente compresibles, capas de arena o limo.

La zona de transición es la conexión entre las lomas y el terreno lacustre, por lo que sus características varían de acuerdo con su ubicación. El mapa nos muestra cómo este punto de conexión se encuentra fragmentado por una serie de grietas que parecen recorrer toda la extensión de la zona de transición, los agrietamientos que se han formado a lo largo de los años y que son incrementados por los constantes sismos en la ciudad, han impactado en la situación actual de asentamientos humanos al sur y norte del polígono, afectando inmuebles e infraestructura a su paso.

Durante el recorrido de las grietas a lo largo de la zona de transición es posible ubicar puntos de hundimientos específicos, estos son sitios donde se presentaron socavones, agujeros en el suelo o aperturas en el terreno. Estos hundimientos son resultado del movimiento inestable de suelo, causado entre otras cosas por la compactación del suelo lacustre, afectado áreas urbanas del norte y sur del polígono.

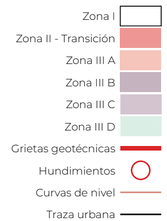
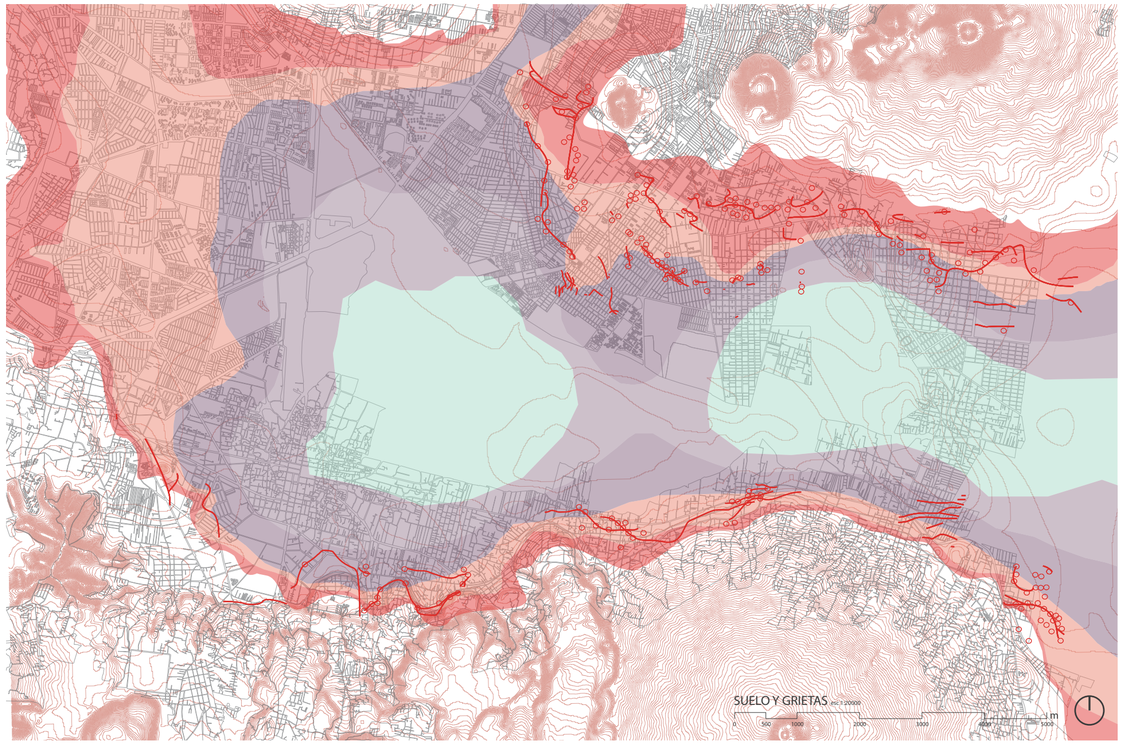


GRAFICO 19. Polígono regional – Clasificación de suelo y Grietas. Elaboración propia a partir de "Atlas Nacional de Riesgos". SEGOB, CENAPRED,UNAM. (2017).



RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Históricamente Xochimilco ha sido un punto importante de abastecimiento de agua para la ciudad, aquí se han establecido grandes obras de infraestructura con el objetivo de adquirir y transportar el recurso hídrico.

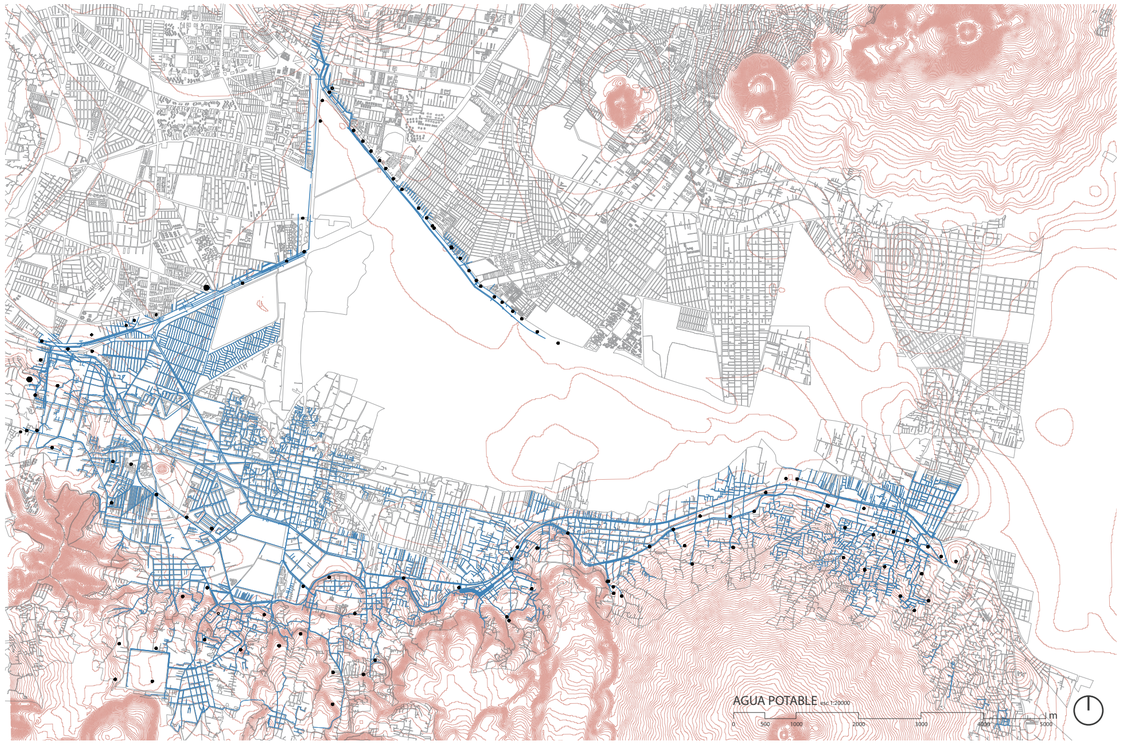
La red principal y secundaria de abastecimiento establecen una buena cobertura, a excepción de asentamientos irregulares que no cuentan con este servicio. Esta red se encuentra conectada a la línea principal de abastecimiento que es el Acueducto Xochimilco - Tulyehualco, infraestructura de transporte y abastecimiento de agua para diversos puntos de la ciudad. Esta línea de transporte provee el agua por medio de extracción en pozos, estos pozos se ubican en toda la extensión de acueducto y son uno de los medios más importantes para el abastecimiento de agua en la ciudad.

De acuerdo con datos de CONAGUA, se estima que el 40% del agua que es entubada y transportada se pierde debido a fugas en la red, esto es el resultado de fracturas en las tuberías de asbesto - cemento que son dañadas por el movimiento del suelo, hundimientos diferenciales y sismos.

La infraestructura hídrica en el polígono responde a las necesidades de los habitantes de abastecimiento y uso del agua, pero es también la causante de otras situaciones nocivas para el medio ambiental y social.

Red primaria - Acueducto Xochimilco - Tulyehualco
Red secundaria
Pozos de extracción
Curvas de nivel
Traza urbana

GRAFICO 20. Polígono regional - Red de abastecimiento de agua. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en la Unidad de Atención Ciudadana, Difusión, trámites y servicios. Alcaldía Xochimilco. (2010).



RED DE DRENAJE Y TRATAMIENTO DE AGUA

La red de drenaje y tratamiento muestra el recorrido de las aguas negras en la zona, esta infraestructura busca establecer un sistema de saneamiento de agua para su reúso o desecho.

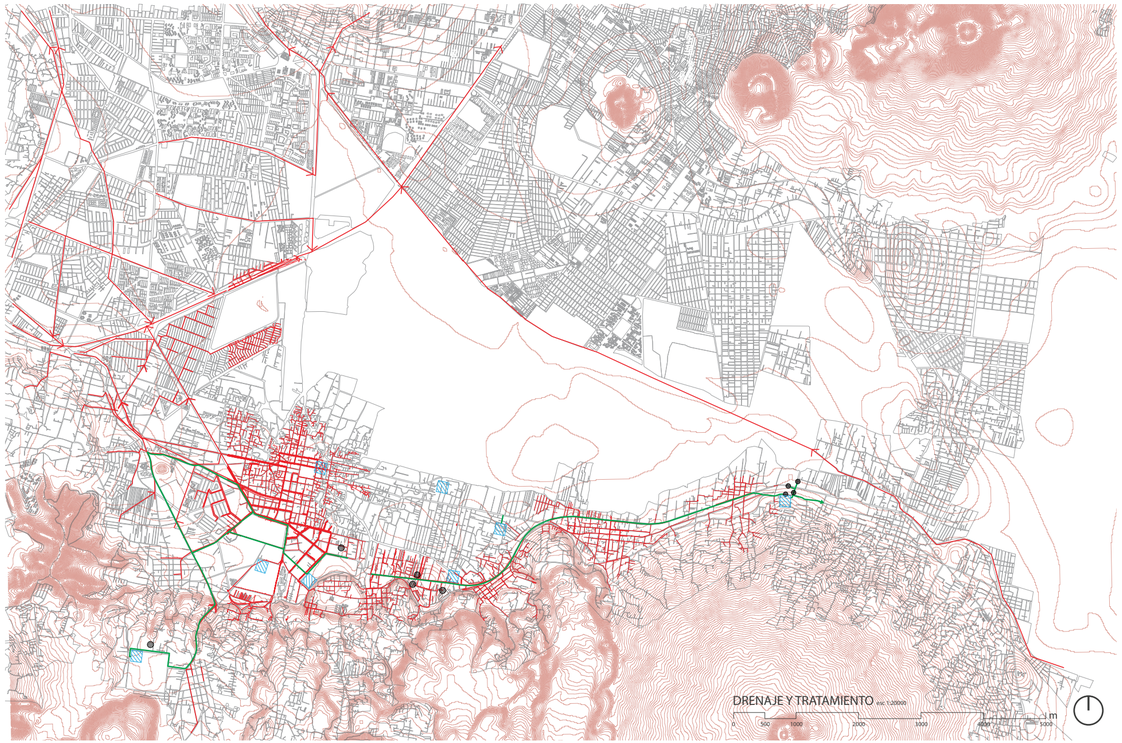
Es visible que la red de drenaje es insuficiente para las áreas urbanas, específicamente en la zona de los pueblos originarios al sur de la zona chinampera. En el caso del centro de Xochimilco se muestra una red aún deficiente, pero con mayor cobertura, que cuenta con una conexión directa al sistema principal, mientras que, en el caso de los pueblos de San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco y Santa Cruz Acalpixca, la red de drenaje es deficiente y no cuenta con ningún tipo de conexión a las redes principales. El colector Madrina es el encargado de conectar estas zonas con una línea de saneamiento principal.

Por otro lado, se presentan al sur de la zona chinampera una serie de plantas de tratamiento, algunas de ellas se encuentran operativas, pero no a su máxima capacidad o cerradas. La misma situación se presenta con los cárcamos, donde algunos no se encuentran funcionales o trabajan a capacidad media.

La deficiencia en la infraestructura de saneamiento tiene un impacto directo con la zona chinampera, ya que el agua negra o contaminada que la red no maneja tiene como destino los canales, resultando en un daño al entorno natural y social de los habitantes del polígono.

Red primaria
Red secundaria
Colectores - Red de tratamiento
Planta de tratamiento
Carcamo
Curvas de nivel
Traza urbana

GRAFICO 21. Polígono regional - Red de drenaje y tratamiento de agua. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en la Unidad de Atención Ciudadana, Difusión, trámites y servicios. Alcaldía Xochimilco. (2010).



MOVILIDAD Y TRANSPORTE

El polígono de estudio se encuentra conectado por medio de vialidades principales que ingresan hacia el centro de Xochimilco y los pueblos originarios, los recorridos son de oeste a este o viceversa. Estos recorridos conectan hacia el centro de Xochimilco y Anillo periférico por el oeste, mientras que el Boulevard José López Portillo y Av. Acueducto conectan por el este con Tláhuac y Milpa Alta.

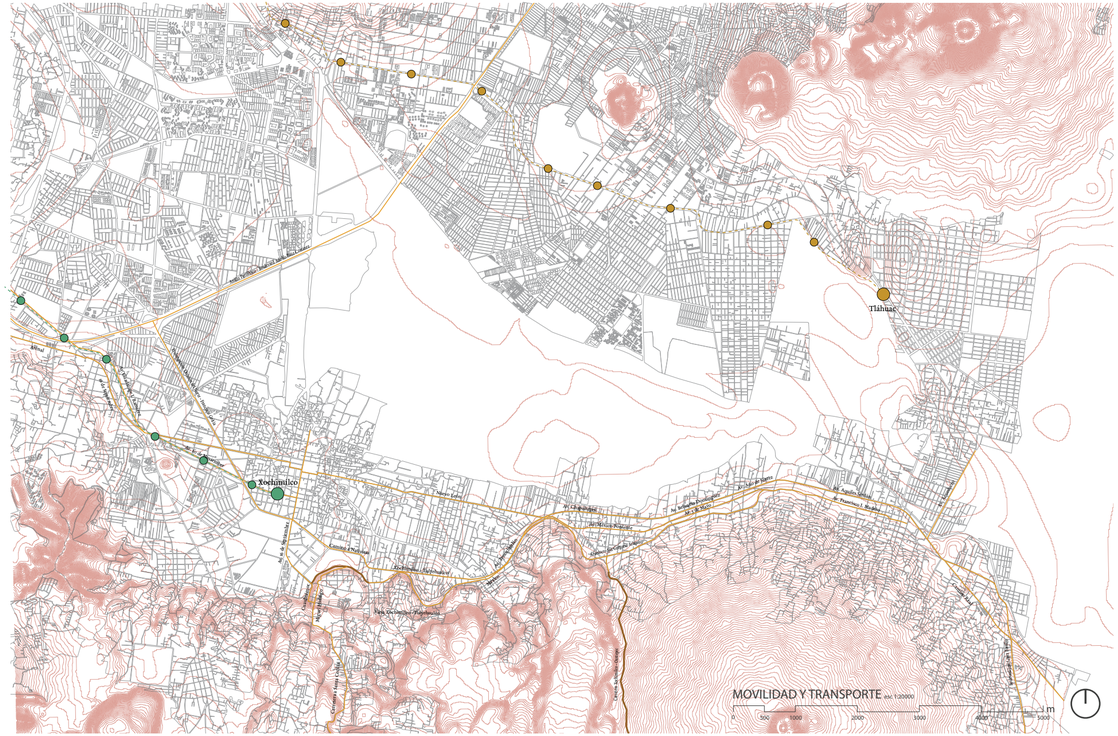
Por el sur existen dos vialidades que conectan la zona de montaña y Milpa Alta con los pueblos originarios, una de ellas es la carretera federal Xochimilco - Oaxtepec. Localmente las vialidades de Nuevo León y Xochimilco - Tulyehualco cuentan con un gran flujo de personas al ser las salidas y entradas principales desde la zona de la ciudad hasta las áreas urbanas de los pueblos originarios, estas vialidades presentan un movimiento importante de personas en transporte público como camiones, peseros y RTP, alto uso de la bicicleta como medio de transporte y alto flujo vehicular durante todo el transcurso del día.

En la zona de Xochimilco centro se presenta la línea de tren ligero, esta conecta con la parte sur de la ciudad, la estación de metro y central de autobuses Taxqueña. Al norte de la ciénega se encuentra la línea 12 de metro que conecta con la zona oriente de la ciudad. Estos medios de transporte público concentran el movimiento de muchos habitantes del polígono hacia sus trabajos o distintas zonas dentro de la ciudad en donde realizan sus actividades diarias.

Las vialidades al sur de la zona chinampera muestran severos daños a lo largo del año, debido en gran parte a las lluvias e inundaciones, hundimientos y sismos, estos factores afectan la efectividad del transporte y los tiempos de traslado. El sismo 19S inhabilitó muchas de estas vialidades afectando de manera importante la movilidad y transporte de la zona.

Vialidad primaria
Carretera federal
Línea Tren Ligero
Estación Tren Ligero
Línea 12 metro
Estación Tren Ligero
Curvas de nivel
Traza urbana

GRAFICO 22. Polígono regional - Movilidad y transporte. Elaboración propia a partir de "Conjunto de datos vectoriales de información - Vialidades ". INEGI. (2010).



El análisis por capas que se presentan dentro de la zona del polígono permite concentrar información valiosa para examinar los factores que conforman la situación de Xochimilco y la zona chinampera. De esta forma se puede presentar un diagnóstico en base a los datos analizados, conectando actores y señalando información de interés para la comprensión del sitio. Siguiendo los resultados de la etapa de diagnóstico se formula un pronóstico, enlistando las problemáticas del sitio también se pueden conocer los puntos de potencial de actuación, las cualidades que presenta la zona de estudio son el punto de partida para la generación de propuestas o intervenciones que pretendan actuar sobre los factores analizados. Este proceso concluye en un plan de acción para la zona, atendiendo las problemáticas y explotando las potencialidades que se presentan.

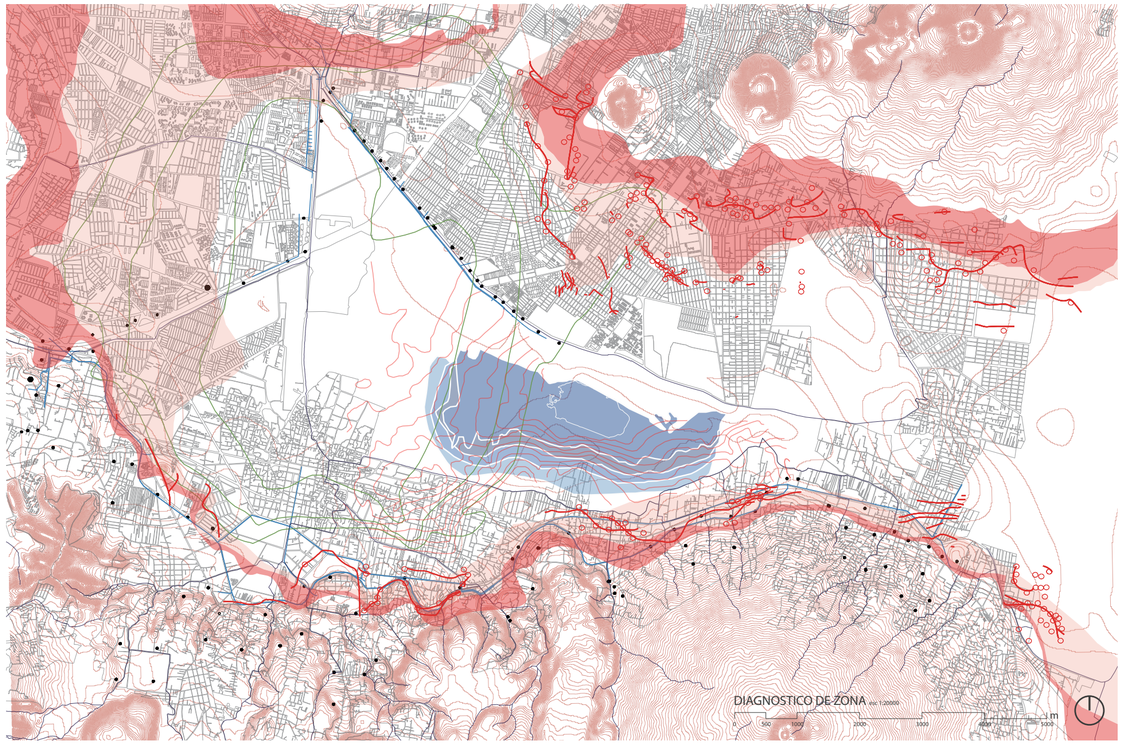
DIAGNÓSTICO DE ZONA DE ESTUDIO

El sitio presenta una situación de total deterioro en temas ambientales y de infraestructura, el desarrollo urbano ha interferido en los sistemas sociales y naturales de la zona. Las áreas naturales protegidas han sido invadidas por la mancha urbana con falta de planeación, esto debido a la deficiente implementación de los planes de protección y al paulatino abandono de las prácticas tradicionales de cuidado del entorno por parte de los habitantes. Este desarrollo urbano ha afectado directamente la estructura natural del sistema chinampero, los canales y chinampas han sido impactadas por contaminación resultado de actividades humanas a las que no se les proporciona una infraestructura adecuada para el desecho de residuos. La negación del sistema chinampero como un medio de producción agrícola y económico ha causado la creación de asentamientos urbanos irregulares, estos afectan el suelo en el que se establecen, reducen el espacio libre y áreas de infiltración que anteriormente eran fuentes principales para el equilibrio ambiental de la zona.

La infraestructura presente en la zona resulta inadecuada e ineficiente, la zona de estudio tiene presencia importante de pozos de extracción que si bien cumplen su objetivo de abastecer a gran parte de la ciudad con agua, también influyen en el creciente problema de hundimientos diferenciales en la zona, que a su vez resultan en inundaciones y encharcamientos. La deficiente red de saneamiento propicia el



GRAFICO 23. Polígono regional - Diagnóstico de zona de estudio. Elaboración propia.



desecho de aguas negras en los canales de la zona chinampera, contaminando gravemente la calidad de agua y salubridad del sitio. Por otro lado, la zona de estudio muestra una insuficiente red de conexiones viales y medios de transporte, los pueblos originarios se encuentran aislados de medios de transporte que los conecten con la ciudad y las vialidades principales no cuentan con las características adecuadas para manejar correctamente el flujo de personas, ocasionando fuerte tráfico en su recorrido.

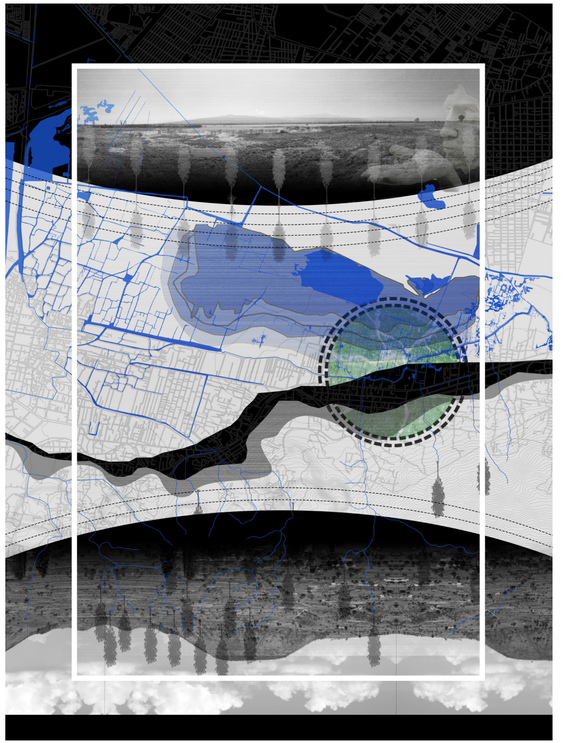
La situación de Xochimilco y todos los factores que la componen fueron exponenciados después del sismo 19S, el temblor y sus repercusiones posteriores expusieron las problemáticas del sitio, posicionando a sus habitantes en una postura de vulnerabilidad.

PRONÓSTICO DE ZONA DE ESTUDIO

Xochimilco es un sitio con muchas cualidades únicas y de gran relevancia para la Ciudad de México, sus características naturales a pesar de encontrarse constantemente atacadas siguen siendo los pilares principales para su comunidad y para el balance natural de toda una región. Las problemáticas que se encuentran actualmente en la zona han sido generadas principalmente por una falta de planeación y aplicación de normas que exploten los potenciales del sitio, que a su vez pueden tener un impacto positivo en toda la ciudad.

El sitio presenta sus potenciales principales en aspectos naturales. Desde el punto de vista ambiental, la zona cuenta con diversos factores de potencial, el más importante siendo la zona chinampera, su relevancia cultural, económica y de producción que caracterizan a Xochimilco y sus pueblos originarios como un lugar único. Las chinampas son de vital importancia dentro del balance hídrico de la zona, por lo que su protección debe ser una prioridad.

El recurso hídrico es abundante en la zona, los habitantes y muchas de sus actividades se basan en la conexión que tienen con el agua, por lo que su manejo se convierte en una prioridad en la cotidianidad, la abundante presencia y uso del agua presenta la oportunidad de



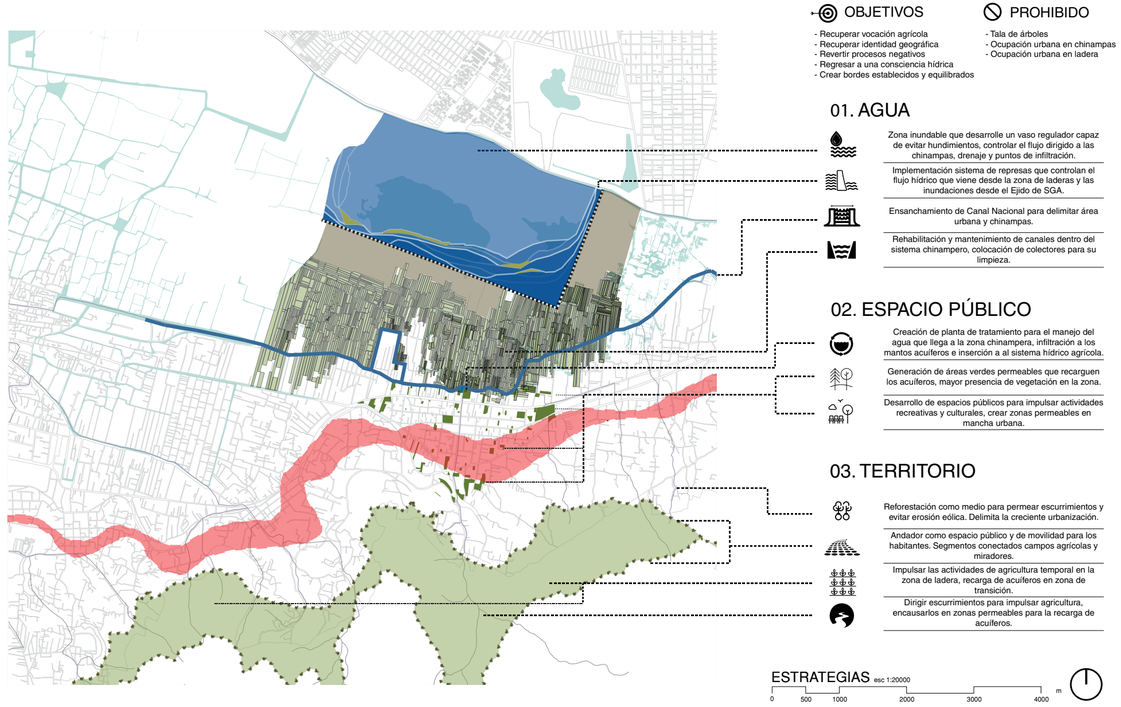
El área urbana se encuentra contenida por zonas de conflicto mutuamente vinculadas: en el norte la pérdida de propiedades del suelo y hundimientos propician inundaciones, en la zona de transición la extracción de agua y el sismo de septiembre han causado una franja de fracturas y agrietamientos en el terreno; mientras el crecimiento de la mancha urbana y asentamientos humanos alimentan la problemática, en el sur el mal manejo de escurrimientos son causantes de degradación e impacto negativo en la zona de transición.

GRAFICO 24. Diagrama Generativo para un primer acercamiento de Plan Maestro en San Gregorio: Elaboración Propia.

implementar estrategias para un uso ideal del recurso. De igual forma, esta zona mantiene una importante presencia de áreas verdes, flora y fauna que se pueden convertir en sitios de infiltración a mantos acuíferos, además de aportar naturalmente al mejoramiento del aire. También, la vegetación puede aportar a la mitigación del crecimiento de la mancha urbana, generando barreras naturales.

Atravesando horizontalmente el polígono de estudio se encuentra la zona de transición, en este territorio se concentran problemáticas que engloban factores naturales, urbanos y de planeación, un sitio que influye en situaciones específicas dentro de la zona de estudio que repercuten directamente en la calidad de vida de sus habitantes. Después del sismo 19S, la zona de transición presentó factores como grietas y hundimientos como un tema de gran seriedad, que de no ser atendido seguirá impactando los asentamientos y vidas humanas en los que se presenten. El polígono de estudio presenta el potencial de actuar directamente en esta zona de transición que por su posición geográfica, además, podría ser conjugado con la posibilidad de actuar en sitios que presentaron grandes daños causados por el sismo del 19S.

GRAFICO 25. Primer acercamiento de Plan Maestro para la zona de San Gregorio, abarcando temas de agua, espacio público y territorio; preservando la zona chinampera, conectando el medio urbano con el natural por medio de propuestas que respeten la identidad del territorio y por último un programa de repoblación forestal para el aumento gradual de áreas permeables y de infiltración que a su vez mitigue el crecimiento urbano.



CONCLUSIONES

El análisis urbano abre las puertas para un entendimiento de la situación que se presenta en la zona de estudio. El estudio de los factores que conforman la complejidad de Xochimilco y sus pueblos originarios brinda la posibilidad de separar cada elemento que lo compone para producir relaciones, causantes y consecuencias con respecto a todos los temas analizados. Este proceso de estudio es la base para la generación de una propuesta urbano - arquitectónica que pretende atender uno o más temas que se destacan dentro de la zona analizada.

Los resultados del análisis presentaron las problemáticas que afectan la zona, el estudio de la información por capas colocadas en un mapa permite también conocer los puntos o sitios en donde se exhiben los elementos analizados. Por lo que se pueden señalar a su vez, puntos de interés en donde la concentración de factores problemáticos puede hacer necesaria una intervención. Las problemáticas de la zona se pueden reducir a términos ambientales y de infraestructura, que tiene una relación entre sí, por lo que no es posible atender un tema sin considerar el otro.

La comprensión de la situación presente en la zona de estudio permite señalar los puntos de potencial que se presentan. Estos potenciales se conforman en gran parte por las características naturales de Xochimilco, sus cualidades ambientales son los elementos que ningún otro sitio puede ofrecer, y por consecuencia los cuales deben ser los cimientos de cualquier intervención en la zona. Por otro lado, la situación de infraestructura deficiente y negativa para el sitio puede ser el medio para plantear propuestas que además de solucionar esta problemática, puedan detonar los potenciales del sitio.

Debido a la complejidad de la zona y al número importante de factores que se presentan, es adecuado presentar un plan maestro que englobe todas estas problemáticas y potenciales. Un plan que asiente las bases de intervención en el sitio y que guíe los esfuerzos de propuestas dentro del polígono para responder a los resultados obtenidos durante la etapa de análisis urbano.

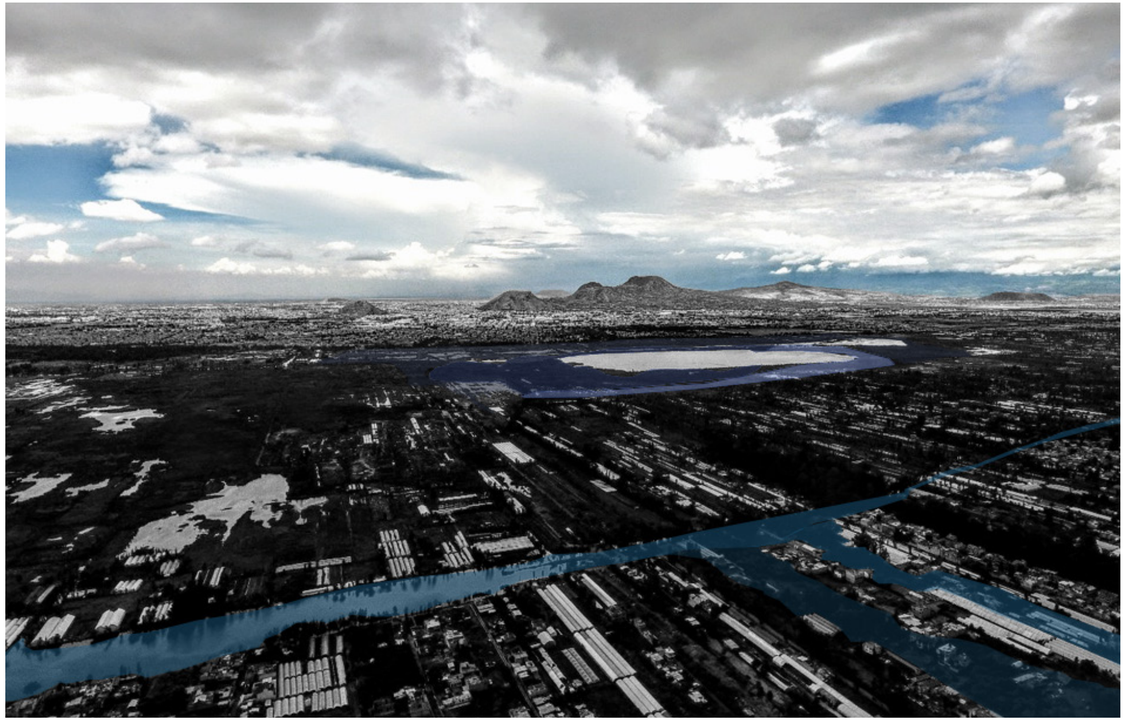


GRAFICO 26. Propuesta de zonas inundables y rescate de canales para primer acercamiento de Plan Maestro. Elaboración propia.



CAPITULO 4 PLAN MAESTRO PARA LA ZONA CHINAMPERA DE XOCHIMILCO Y SUS PUEBLOS ORIGINARIOS

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



IMAGEN 46. San Luis Tlaxialtemalco desde zona chinampera https://www.facebook.com/Tlaxialtemalco/photos/1545548352293616

CAPÍTULO 4

Proteger, conectar, rehabilitar y adaptar el territorio.

La alcaldía Xochimilco está sufriendo una pérdida de patrimonio tangible e intangible provocada por un incremento de asentamientos irregulares en las últimas décadas, generando un desequilibrio entre la sociedad y su territorio, cuyas deficiencias de infraestructura urbana y el deterioro del medio natural se evidenciaron después del sismo del 19 de septiembre, convirtiéndola en una zona más vulnerable.

Esta problemática engloba la situación actual que se vive en Xochimilco y sus pueblos originarios. El presente plan maestro busca atender las condiciones perjudiciales y disponer de las cualidades del sitio para generar un proyecto integral que proponga alternativas de acción en la zona, protegiendo, pero a su vez aprovechando las abundantes condiciones naturales y culturales del lugar.

Para el desarrollo de este plan maestro se establece un polígono de actuación, aquí se presenta el estudio y acciones necesarias para estructurar el plan. A continuación, se establecen una serie de estrategias, cada una con un elemento principal que pretende atender dentro de la zona. Por último, todas estas estrategias se relacionan y se presenta un sistema integrado, conformado por todas las acciones propuestas.

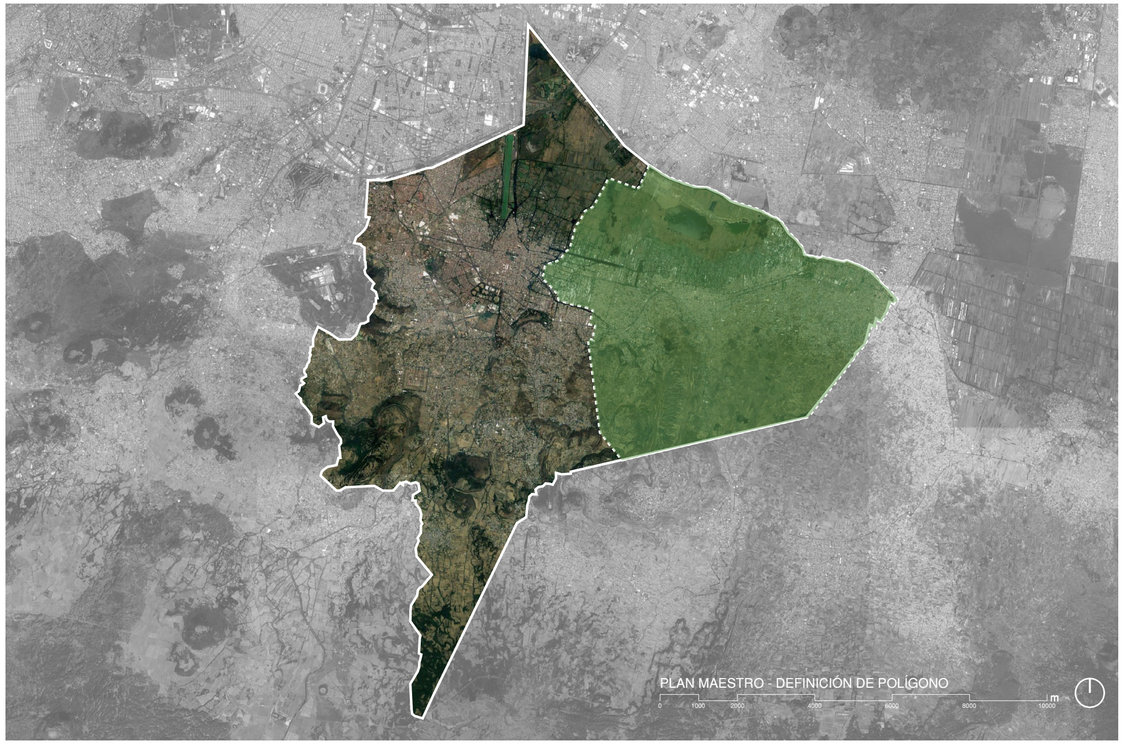
DELIMITACIÓN DEL POLÍGONO

Una vez analizados los factores de acción y elementos de priorización en la zona de Xochimilco y sus pueblos originarios, se procedió por definir los límites del polígono, los cuales fueron determinados tanto por límites físicos como políticos. Los límites de la zona de estudio fueron marcados por los cerros del sur, la frontera norte del Ejido de San Gregorio Atlapulco, el término de los pueblos de San Luis Tlaxialtemalco al este y por Santa Cruz Acalpixca al oeste. Este polígono permitió contextualizar los datos recabados en la etapa de análisis urbano hacia un sitio bien definido y entender a escala regional las distintas problemáticas que se pueden hallar en este territorio.

El polígono de acción establecido para el plan maestro contiene sitios de interés con relación al territorio, agua, cultura, infraestructura y equipamiento que fueron señalados durante el análisis urbano como sitios que concentran uno o más factores de potencialidad.

Polígono de estudio
Polígono de estudio
Delegación Xochimilco

GRAFICO 27. Plan maestro - Definición del polígono. Elaboración propia a partir de datos de INEGI. (2016). y fotografías de Google Earth. (2019)



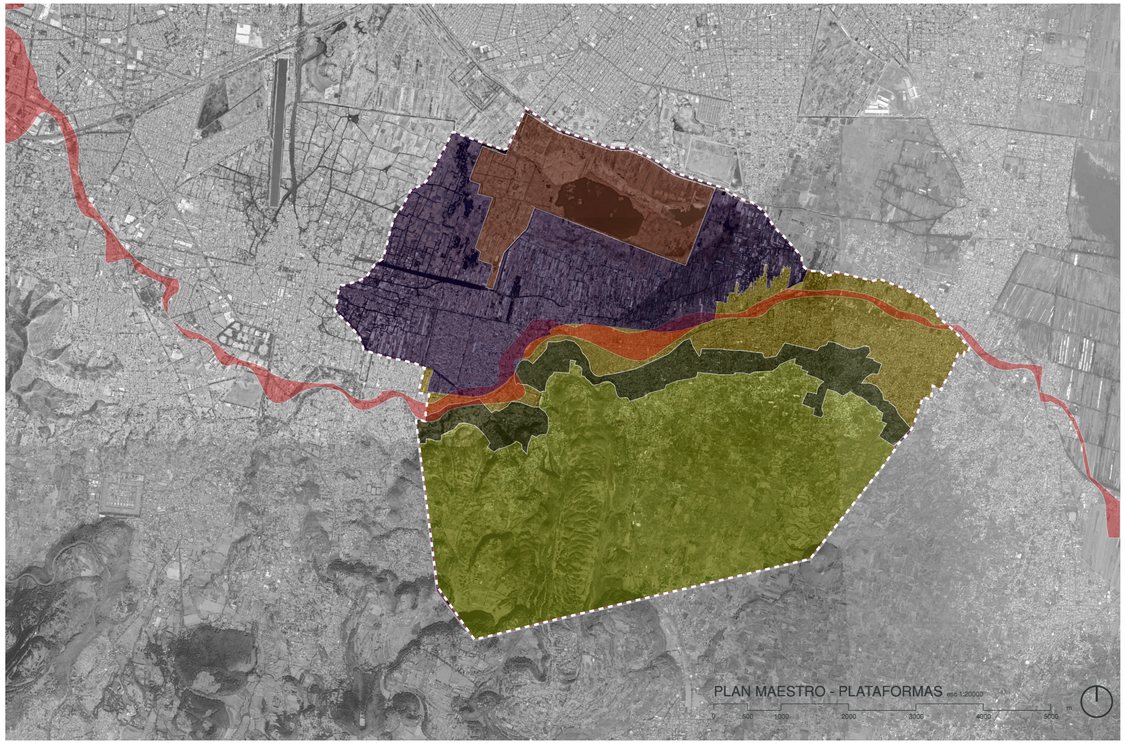
SUBDIVISIÓN DEL POLÍGONO

Con el propósito de generar áreas de acción conforme a los distintos tipos de suelo y sus particularidades, se dividió el polígono inicial a través de plataformas que definen zonas con características específicas. Estas zonas de mayor interés para su estudio son:

- **Suelo de Transición:** zona de alta susceptibilidad a la conservación del suelo de uso agrícola (agricultura de temporal). Esta zona se ha visto inmersa en procesos anárquicos de urbanización en los últimos treinta años y actualmente presenta el mayor porcentaje de asentamientos irregulares. La presencia de grietas geotécnicas es fuerte debido a las propiedades de los suelos encontrados.
- **Zona Agroecológica:** zona que se encuentra principalmente amenazada por asentamientos irregulares y expansión de la mancha urbana que generan una disminución importante en su producción agrícola y capacidad de infiltración.
- **Zona de Transición Urbana:** zona marcada como límite de urbanización, dicha plataforma tiene la potencialidad de recuperar sus bordes y límites físicos naturales, por ejemplo, campos agrícolas, bosques y laderas de infiltración.
- **Zona Urbanizada Consolidada:** zona definida por el desarrollo urbano y el establecimiento de asentamientos.
- **Sistema Chinampero:** zona de alta producción agrícola amenazada principalmente por la contaminación de canales, a través del desecho de aguas negras; el desecamiento y las inundaciones que inhabilitan por completo sus chinampas.
- **Ejido de San Gregorio Atlapulco:** zona ejidal de protección ecológica debido a su impacto directo con el sistema chinampero productivo.



GRAFICO 28. Plan Maestro - Plataformas. Elaboración propia a partir de "Atlas Nacional de Riesgos y Sistema de información geográfica participativo de la zona lacustre de Xochimilco". INEGI. (2016). PGOEDF. (2000).

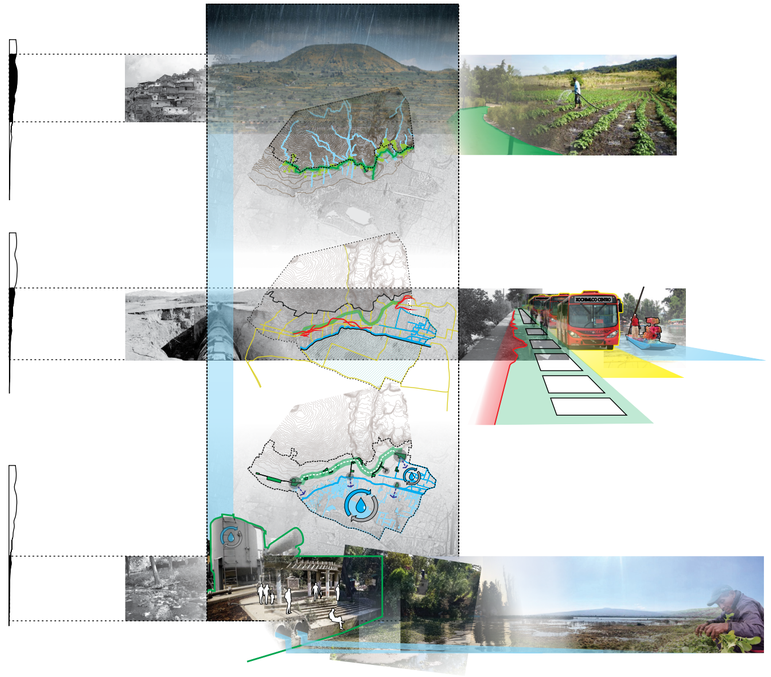


Conocer y entender las propiedades de las distintas plataformas permite la posibilidad de actuar de mejor manera en ellas, conectar las acciones que se llevan a cabo en cada una con las demás para que no existan vínculos perjudiciales entre estas. Cada plataforma demanda acciones específicas para mitigar las problemáticas que ahí se presentan, pero como hemos visto en el estudio histórico y en la situación actual del sitio, actuar de manera aislada puede resultar contraproducente para los objetivos planteados. Por esta razón, se establecen estrategias generales, cada una de estas enlista acciones y propuestas en base a un elemento de estudio principal que busca crear respuestas a las problemáticas del polígono con relación a ese elemento, vinculando características de territorio, recursos o infraestructura.

ESTRATEGIAS

El plan maestro presenta cinco estrategias principales, en cada una se proponen diversas acciones enfocadas en el rescate chinampero por medio de infraestructura hidráulica, amortiguamiento del crecimiento de la mancha urbana y mitigación del crecimiento de asentamientos irregulares, mejoramiento de los sistemas de movilidad y la adecuación de las áreas urbanas a las condiciones de agrietamiento en la zona de transición. A pesar del enfoque principal de cada estrategia, también se contemplan acciones que aumenten el impacto del plan y que se relacionen favorablemente con lo planteado en cada uno de los cinco puntos desarrollados.

Se generaron una serie de estrategias enfocadas en la restauración y rehabilitación del equilibrio ambiental e hídrico de la zona de estudio, cada una dirigida a las diversas potencialidades del sitio. Proteger, conectar, rehabilitar y adaptar el territorio. El objetivo del plan maestro es generar un nuevo sistema urbano basado en las cinco estrategias planteadas que rehabilite el tejido social, ambiental y económico de la zona.



La compleja situación actual de Xochimilco demanda respuestas integrales de rescate ambiental e infraestructura adecuada a las condiciones territoriales del sitio. El polígono de actuación de plan maestro contiene tres zonas donde se concentran las problemáticas y al mismo tiempo los potenciales del lugar, las montañas al sur son un sitio de agricultura y áreas de infiltración capaces de crear una contención a la creciente mancha urbana, la zona de transición central es capaz de albergar equipamiento e infraestructura que otorgue estructura y orden a la mancha urbana consolidada sin ninguna planeación, mientras que la zona norte en donde se encuentra la zona chinampera puede recuperar sus cualidades productivas y de protección ambiental al dejar de ser impactada fuertemente por las otras dos partes. La conjunción y convivencia armónica entre estos factores puede resultar en un plan que establezca las bases para las actividades humanas en la zona.

GRAFICO 29. Diagrama Generativo para Plan Maestro de Xochimilco y sus pueblos originarios.Elaboración Propia.

ESTRATEGIA 1

Rehabilitar el ecosistema chinampero mediante la optimización y ampliación de la infraestructura hidráulica, utilizando predios libres y subutilizados en torno a esta, para promover dinámicas sociales y un sentido de pertenencia.

El papel de Xochimilco para el abastecimiento de agua en la ciudad es fundamental, para cubrir las necesidades del recurso hídrico se implementó infraestructura hidráulica como pozos de extracción y el acueducto. Con el paso del tiempo, la sobreexplotación y mínimo mantenimiento de la infraestructura ha resultado en un sistema hídrico deficiente, que sufre de inundaciones y encharcamientos en temporada de lluvia, al igual que escasez y mala calidad de agua para los habitantes de esta zona. Por otro lado, esta infraestructura ha sido un factor participativo en el desarrollo de otras problemáticas, los pozos de extracción contribuyen en los hundimientos diferenciales y desecación de mantos acuíferos, el bajo o nulo potencial de trabajo en las plantas de tratamiento arroja agua contaminada a los canales de la zona chinampera, el acueducto requiere continuo mantenimiento debido a las fugas que presenta en su recorrido desperdiciando una cantidad importante de agua en su trayectoria.

De esta forma, la infraestructura se convierte en un elemento que cubre una necesidad primaria, pero que crea una serie de otras situaciones que impactan continuamente a la zona.

La estrategia plantea proponer infraestructura hidráulica en sitios específicos dentro del polígono que optimicen el uso de los recursos y que ayuden a incrementar exponencialmente las cualidades naturales de la zona. Así, la zona chinampera y el entorno natural que actualmente se ven fuertemente atacados por las infraestructuras deficientes puedan tener un auge al convivir con una serie de nuevos proyectos pensados específicamente para crear dinámicas y consciencia alrededor del agua.

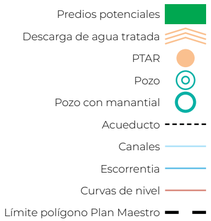
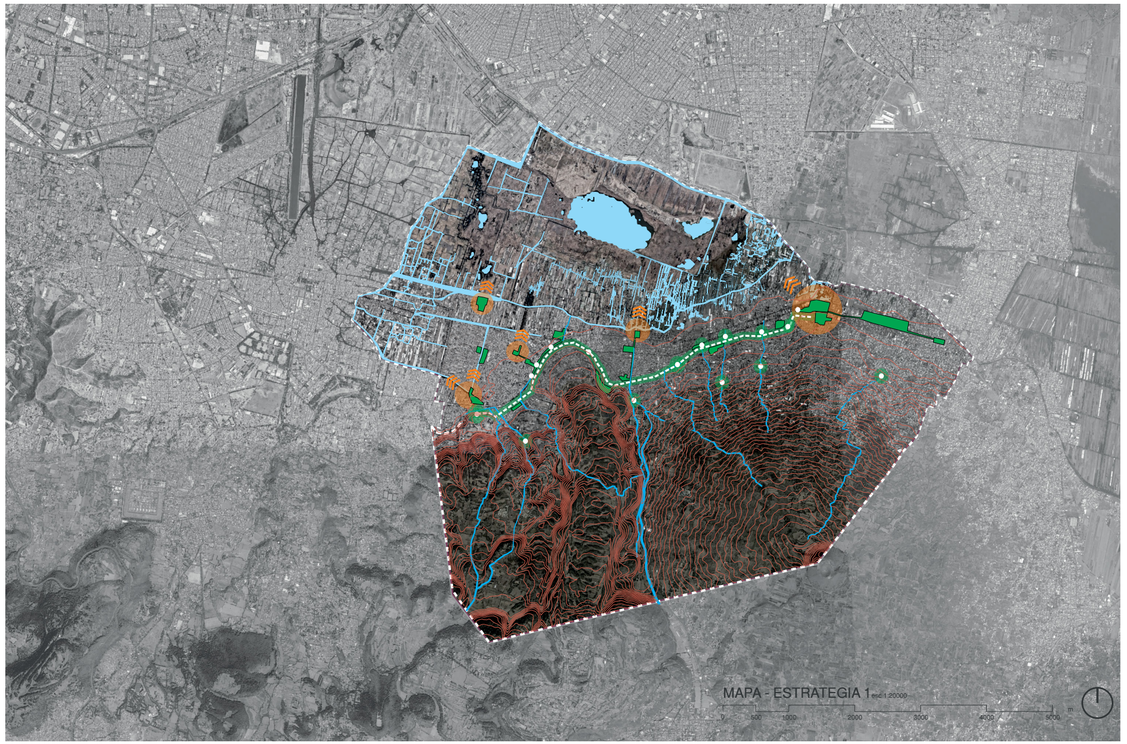


GRAFICO 30. Plan Maestro - Estrategia 1. Elaboración propia a partir de "Acervo planos delegación Xochimilco". INEGI. (2016).



ESTRATEGIA 2

Amortiguar el crecimiento urbano en la zona chinampera, mediante la reinterpretación de espacios con pasado hídrico para fortalecer la memoria colectiva de usos y costumbres.

Paulatinamente la mancha urbana se ha expandido en el territorio de la alcaldía Xochimilco, este crecimiento descontrolado ha influido en varios factores perjudiciales para la zona. El más importante es la desaparición de áreas verdes y zonas con presencia de naturaleza valiosa para el equilibrio ecológico de la Cuenca de México, con esta pérdida también se desestiman prácticas y tradiciones que tenían su base en estos mismos recursos. La zona chinampera guarda una larga lista de recursos naturales y tradiciones ligadas a ellos, esta conexión se remonta al origen de civilizaciones en la zona y ha sido transmitida por generaciones hasta la actualidad.

La ocupación de áreas urbanas dentro de la zona chinampera es una negación a la memoria colectiva que posee el sitio y sus habitantes, una acción que rechaza las cualidades particulares del territorio. El plan maestro promueve la creación de espacios que fortalezcan los valores del sitio, rescatando o incentivando las actividades y potenciales que puedan presentar.

La estrategia busca conectar la zona chinampera por medio del rescate de canales que creen un sistema de transporte de recursos y personas entre los pueblos originarios, esta misma red de canales establece un límite físico para el crecimiento de la mancha urbana a zonas más profundas de las chinampas. A lo largo de la red de canales se encuentran embarcaderos que tienen el potencial de convertirse en nodos de actividades económicas y turísticas dirigidas a la protección de los usos y costumbres de los habitantes. Cada pueblo originario aporta a esta red de conexiones con productos, actividades y tradiciones que lo distingue individualmente, considerando su aportación a la memoria colectiva de la zona.

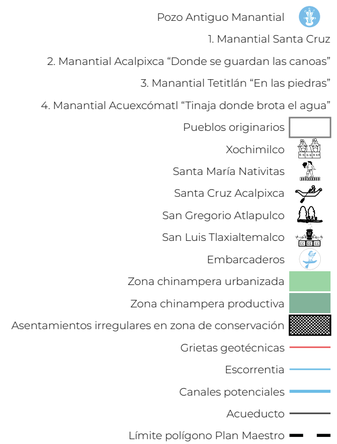
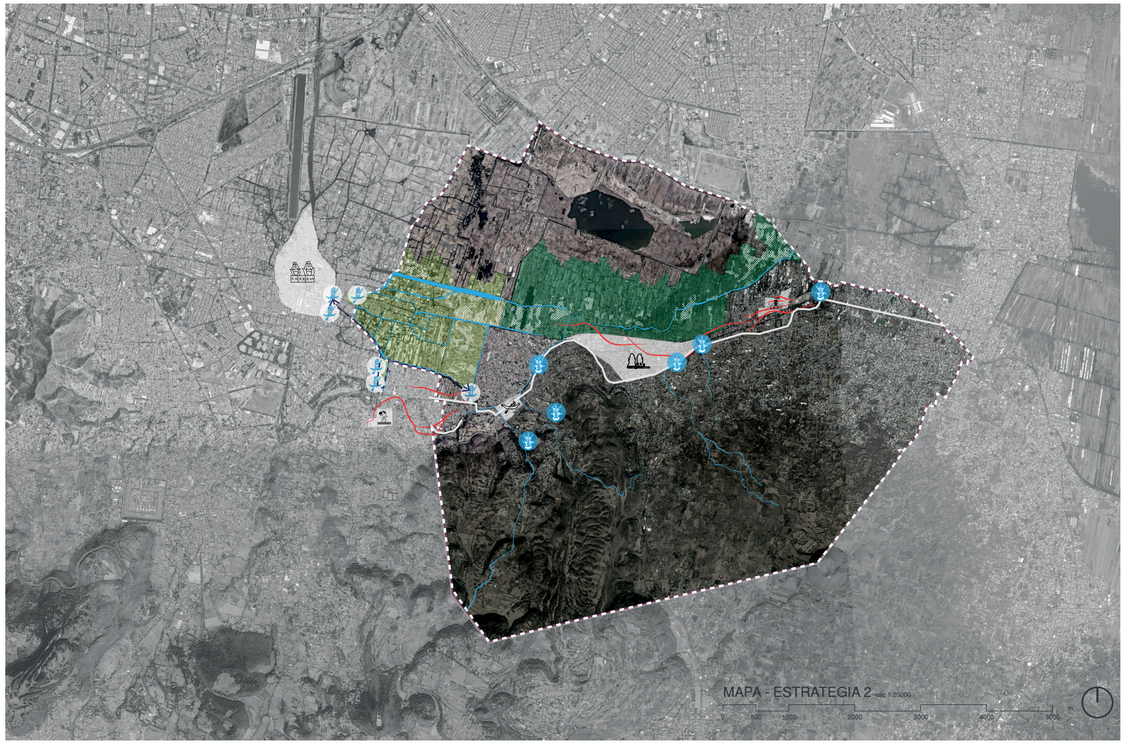


GRAFICO 31. Plan Maestro - Estrategia 2. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).



ESTRATEGIA 3

Mitigar el crecimiento urbano irregular, a través de espacios que propicien actividades pertinentes al tipo de suelo.

La clasificación de usos de suelo en Xochimilco ha sido continuamente transgredida, tanto por medios oficiales como por asentamientos irregulares, el crecimiento urbano se ha desarrollado de manera incontrolada ocasionando un gran impacto al medio natural y social. A pesar de las denominaciones como zonas o áreas protegidas para el territorio natural de la ciénega y de montañas al sur del polígono, la invasión urbana y explotación de recursos se sigue haciendo presente.

La tercera estrategia busca establecer límites físicos que protejan las áreas de conservación de la mancha urbana, respetando las tipologías y desarrollando exponencialmente sus cualidades. Al sur, el límite se establece por una cadena de predios en el borde de la zona clasificada como agroecológica, estos predios tienen el potencial de guardar actividades relacionadas a la cultura agrícola del sitio, protegiendo sus características naturales y fortaleciendo la economía de los habitantes.

Al norte, el límite se establece con una de las vialidades terrestres principales, esta tiene el potencial de sostener el crecimiento de la mancha urbana en dirección a la zona chinampera, a lo largo de su recorrido se pueden establecer nodos de acción que establezcan actividades dirigidas a impedir la invasión urbana irregular. Estos dos límites se conectan por medio de camellones que recorren de un lado al otro los bordes, creando áreas verdes como antagonistas al abundante crecimiento urbano.

Zona agroecológica
Predios potenciales
Vialidad terrestre
Camellón
Escorrentia
Límite polígono Plan Maestro

GRAFICO 32. Plan Maestro - Estrategia 3. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).



ESTRATEGIA 4

Adaptar los sistemas de movilidad a la situación actual de deterioro debido a grietas, replanteando los flujos viales, nodos y la integración de una vía alterna de canales, así como la conexión de sistemas de transporte masivo.

El sistema de movilidad en Xochimilco y en específico para los pueblos originarios del sur de la zona chinampera es deficiente, las vialidades sufren de un alto tráfico vehicular y no cuentan con las características necesarias para asegurar el tránsito de bicicletas e incluso peatones. A esta situación se sumaron los daños ocasionados por el sismo 19S, donde las principales vialidades de conexión, de los pueblos originarios, con los puntos de transporte masivo sufrieron grandes daños, afectando a la población y sus recorridos diarios a centros de actividades diarias. El aislamiento de esta zona también impacta en un sentido económico a los pobladores, los daños de calles han impedido el paso a sitios de venta de productos locales que comúnmente son vendidos a compradores que visitan la zona específicamente con ese fin.

La estrategia plantea fortalecer los recorridos ya existentes poniente - oriente, modificando la morfología de las calles para que concentre y otorgue las características necesarias para una eficiente movilidad vehicular, medios de transporte público, recorridos peatonales y de bicicleta. Las vialidades que atraviesan en este sentido el polígono y debido a sus características actuales tienen el potencial de consolidar el programa propuesto son Nuevo León al centro norte del polígono y la antigua carretera Xochimilco - Tulyehualco al centro sur. Fortalecer estos recorridos conectaría de manera directa y eficiente a toda la zona con el sistema de transporte metro al oriente y con el tren ligero al poniente.

También se establece la recuperación de los canales como medio de transporte público, la red de canales en la zona chinampera cuenta con el potencial de crear conexiones de distintos sitios al norte del polígono, además de crear otra línea de recorrido poniente - oriente que alivie la concentración de usuarios en las otras dos líneas propuestas. Implementar este medio de transporte pretende fortalecer la percepción de usuarios y habitantes del sitio con relación al agua como un recurso valioso que puede plantear soluciones alternas a las problemáticas del sitio.

Pueblos originarios
Vialidad canal
Vialidad terrestre
Movilidad pasiva
Límite polígono Plan Maestro

GRAFICO 33. Plan Maestro - Estrategia 4. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).



ESTRATEGIA 5

Adecuar el contexto urbano actual en la zona de transición a las grietas geotécnicas mediante el desarrollo de alternativas que permitan la convivencia entre los habitantes y el territorio.

La zona de transición presenta un estrés ambiental y urbano que se refleja en una serie de problemáticas en el sitio, después del sismo 19S el tema que resultó mayormente evidenciado fue la existencia de agrietamientos y hundimientos en la zona que afectan directamente a inmuebles, infraestructura y equipamiento. El crecimiento urbano desmedido se estableció sin considerar las características del suelo, por lo que construcciones e infraestructura impactan fuertemente en la desestabilización del territorio. Actualmente las áreas urbanas del polígono se encuentran directamente en la franja de agrietamientos de la zona de transición, por lo que las edificaciones de estos asentamientos son constantemente atacadas por las grietas y hundimientos, que al verse incrementados exponencialmente por un sismo de gran magnitud como el del 19S, resulta en una gran catástrofe.

Dentro del polígono de plan maestro las zonas con mayor presencia de grietas y hundimientos son las áreas urbanas de los pueblos originarios de Santa Cruz Acalpixca, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco. Esta estrategia busca **establecer propuestas alternas de construcción, infraestructura y equipamiento** en donde la relación directa con las características del territorio sea el fundamento de cada solución presentada.

En cada una de las áreas potenciales se encuentran predios con potencialidad para implementar alternativas urbano-arquitectónicas y paisajísticas, estos puntos se encuentran a lo largo de toda la zona de transición, se trata de zonas libres con presencia de grietas, hundimientos, pozos de extracción, llegada de escurrimientos o la combinación de algunos de estos factores. La intervención en estos predios tiene el objetivo de hacer visible la posibilidad de ocupar un espacio, con propuestas que consideren las cualidades o problemáticas del sitio, como una oportunidad para crear alternativas de desarrollo y bienestar para la comunidad ya establecida en estos puntos, y que ha negado las condiciones presentadas por el entorno natural previamente.

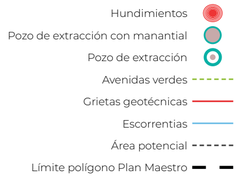
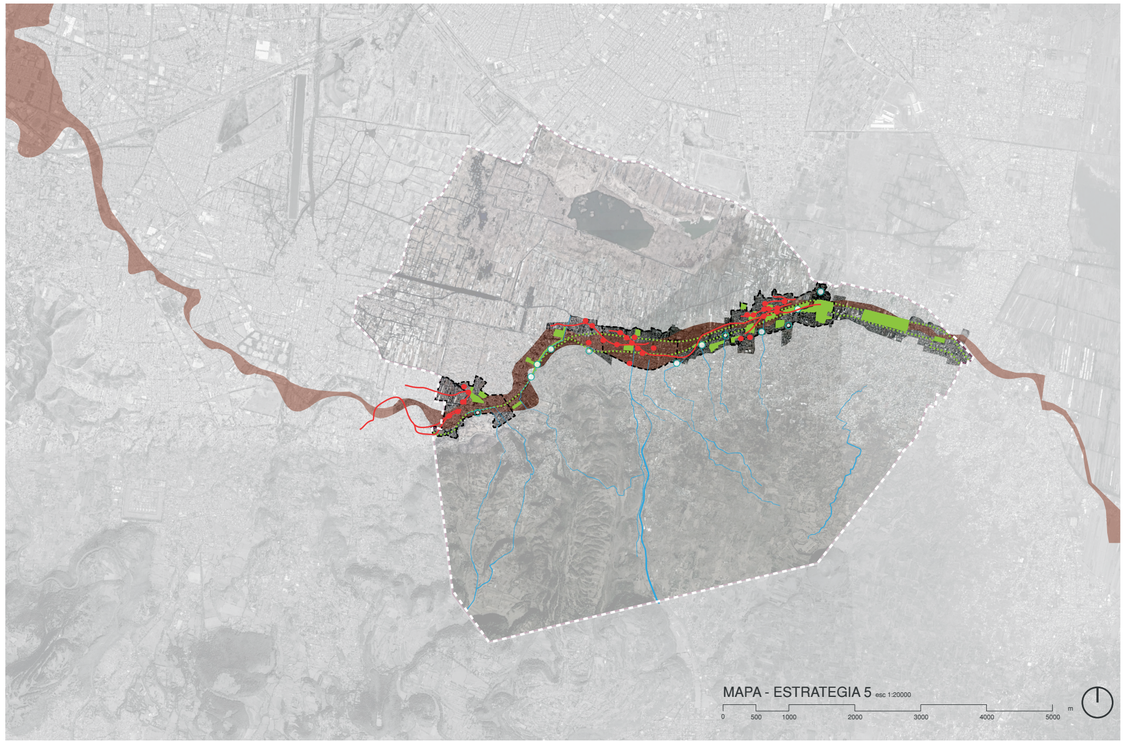


GRAFICO 34. Plan Maestro - Estrategia 5. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).



PLAN MAESTRO

El conjunto de estas estrategias y todos los elementos que las componen dan forma al Plan Maestro para la zona chinampera de Xochimilco y sus pueblos originarios. Cada punto desarrollado busca complementar el anterior y formar parte de un sistema que pondrá como prioridad la protección del entorno natural de la zona, de esta forma las cualidades ambientales y culturales del sitio se verán fortalecidas por las prácticas que cada estrategia pretende implementar.

El objetivo final se plantea como un sistema que actúa en la totalidad del polígono y que tiene repercusiones en todas las zonas que lo componen, aunque en ocasiones las actividades específicas se encuentren concentradas en algunas áreas. A su vez, este gran sistema se compone por subsistemas en los que se desglosan las actividades de cada estrategia, algunos de estos subsistemas dependen directamente de otros o tienen una relación complementaria.

Las estrategias propuestas en materia de movilidad, rescate ambiental, protección del territorio, desarrollo urbano y fortalecimiento de tradiciones son un esfuerzo por mantener vivo el carácter de Xochimilco y sus pueblos originarios que históricamente han aportado importantes recursos al balance hídrico - ambiental de la Cuenca de México. Este plan maestro busca **Proteger, Conectar, Rehabilitar y Adaptar** las valiosas cualidades del sitio con las condiciones urbano-arquitectónicas de este siglo, impulsando sus valores tradicionales hacia el contexto actual de la ciudad y las necesidades de los habitantes.

Lo establecido en el plan maestro abre el camino y asienta las bases para la realización de proyectos más específicos en distintas zonas de este polígono. Este esquema general tiene el potencial de convertirse en esfuerzos particulares de alguna de las problemáticas analizadas y lograr resultados sustanciales para zonas de gran vulnerabilidad.

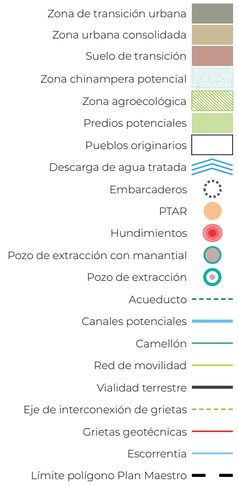
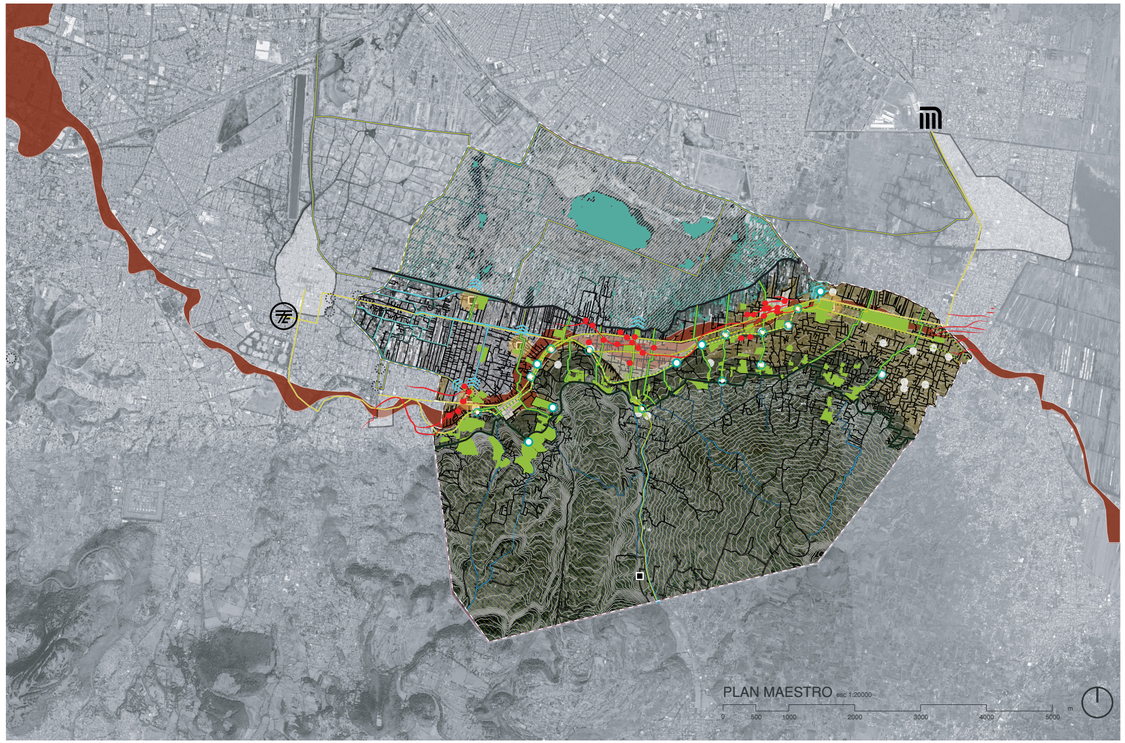
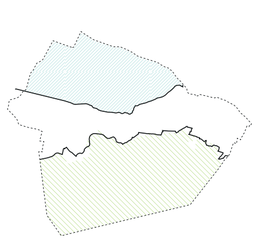


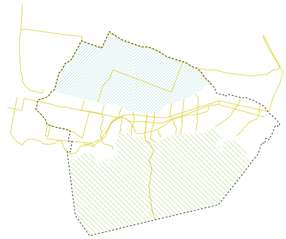
GRAFICO 35. Plan Maestro para la zona chinampera de Xochimilco y sus pueblos originarios. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).





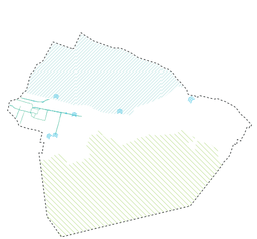
PROTEGER

Proteger el territorio a través de límites claros. Dichos límites (físicos y mentales) ayudarán a definir la separación entre la zona de urbanización y los territorios protegidos, siendo éstos el área de chinampas al norte y el área agroecológica al sur.



CONECTAR

Conectar de manera funcional la infraestructura urbana con el medio natural siguiendo lógicas territoriales y la vocación intrínseca del sitio. Asimismo, conectar nuevamente a la población arraigada fuertemente a las zonas urbanas recientes con la identidad histórica del sistema de chinampas.



REHABILITAR

Rehabilitar el ecosistema chinampero a través de la optimización y ampliación de infraestructura hidráulica.



ADAPTAR

Adaptar y adecuar los sistemas de movilidad y el contexto urbano a la situación actual del territorio damnificado, resarciéndolo a través de alternativas que permitan la conexión y convivencia con el lugar.

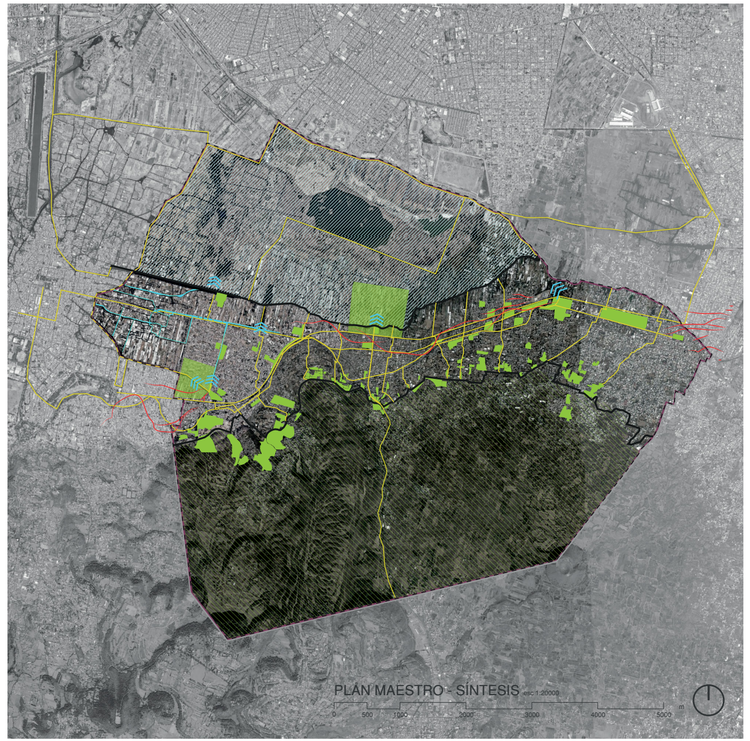


GRAFICO 36. Plan maestro - Síntesis de sistemas . Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).

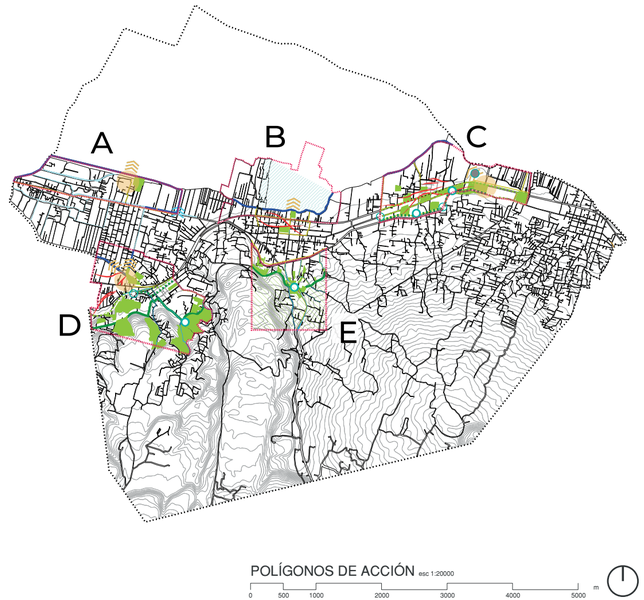
POLÍGONOS DE ACCIÓN

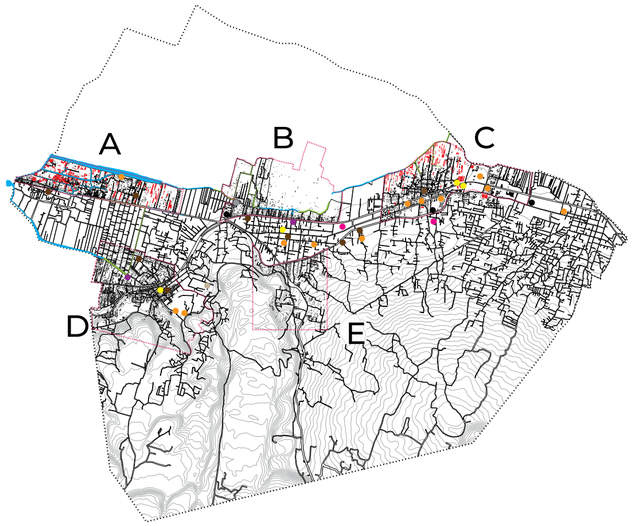
Como resultado del plan maestro, se obtuvieron cinco polígonos que debido a su situación específica en relación con los factores analizados y a su relevancia dentro de las estrategias planteadas se convierten en zonas potenciales para la determinación de proyectos con mayor desarrollo. Estos puntos cuentan con características ideales para la implementación de las bases del plan urbano en proyectos específicos de intervención del territorio, estos polígonos se ubican de la siguiente forma:

- **Polígono A**: Al norte de Caltongo, colindando con la zona chinampera. Este sitio presenta una alta ocupación urbana en chinampas, colindante a varios canales importantes del sistema chinampero, con pocas áreas libres y casi nulo equipamiento. Existe una planta de tratamiento y salida de agua tratada a los canales.
- **Polígono B**: Al norte de San Gregorio Atlapulco, adentrándose a la zona chinampera. Presenta una mancha urbana cada vez más consolidada en chinampas, con problemas de agrietamientos. Lo recorre por completo un canal importante en donde también existe una salida de agua tratada.
- **Polígono C**: **Pueblo de San Luis Tlaxialtemalco, colindante al norte con la zona chinampera. Existe una fuerte presencia de grietas en el área urbana del pueblo, se presenta gran infraestructura hidráulica como pozos, planta de tratamiento, acueducto y salida de agua tratada, y hay un alto número de predios potenciales libres. Hay un gran número de invernaderos activos debido a la cercanía del equipamiento cercano de compraventa de productos.**
- **Polígono D**: Pueblo de Santa Cruz Acalpixca, una zona al poniente cuenta con un problema de grietas, existe una importante planta de tratamiento y en su interior se presenta un punto de intersección de escurrimientos, al sur colinda con una gran zona de área libre y predios potenciales. Es una de las zonas con mancha urbana más establecida, y cuenta con diversos puntos de equipamiento funcionales.
- **Polígono E**: Al sur de San Gregorio Atlapulco, colindante con la zona agroecológica. Se presenta una importante intersección de escurrimientos, existe una cadena de predios potenciales al límite de la zona urbana y el inicio del área protegida. no hay equipamiento o puntos importantes de infraestructura.



GRAFICO 37. Plan maestro - Polígonos de acción . Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).





Mancha urbana
Invernadero
Cementerio
Cultura
Mercado
Deportivo
Centro de salud
Iglesias
Escuelas
Polígonos de acción
Canales en buen estado
Canales contaminados
Límite polígono Plan Maestro

GRAFICO 38. Análisis de polígonos de acción - Mancha urbana, Invernaderos y Equipamiento . Elaboración propia a partir de datos de INEGI. (2016).



HC 2/40
E/3/20
CB/3/30
HM 3/30/R(500)
ANP
Polígonos sujetos a modificación de la ANP
Polígonos de actuación por cooperación
HRB / PRA
PRA / HRB
Límite polígono Plan Maestro

GRAFICO 39. Análisis de polígonos de acción - Usos de suelo . Elaboración propia a partir de "Programa de Desarrollo Urbano para la delegación Xochimilco). (2013).

CONCLUSIONES

Cada polígono presenta una situación única, conformada por distintos factores que permiten dirigir los esfuerzos de una intervención urbano - arquitectónica hacia un tema en específico. Individualmente los polígonos tienen el potencial de desarrollar actividades de todos los planteamientos del plan maestro, pero sus características y cualidades únicas hacen que cada sitio tenga un mayor potencial dirigido específicamente a una de las estrategias, el siguiente paso para la implementación y desarrollo del plan urbano se establece en entender en qué polígono o área potencial dichas estrategias pueden tener mejores resultados.

Por esta razón se plantea trabajar bajo los lineamientos de la estrategia cinco del plan maestro, que busca proponer soluciones a las problemáticas de grietas y hundimientos que tienen un impacto actual en la zona, además de ser uno de los factores con mayores repercusiones después del sismo 19S. El desarrollo e implementación de esta estrategia en un sitio específico dentro del polígono puede tener repercusiones positivas en otros factores y problemáticas que lo aquejan, el vínculo que presenta la situación de grietas y hundimientos con temas de agua, movilidad, infraestructura, impacto ambiental y protección de territorio es directo, por lo que establecer una base o parámetros de actuación ante esta situación es primordial para asentar las bases del plan maestro.

El primer paso para profundizar en el desarrollo de la estrategia cinco del plan maestro, es definir la grieta, su problemática, características, origen y estudios en la zona en relación a este suceso, de esta forma los planteamientos en las propuestas tendrán un sustento informado de cómo actuar bajo las condiciones presentes de grietas - hundimientos en el polígono. Con un entendimiento sólido de las características que definen la situación de grietas - hundimientos, es posible señalar una de las áreas de acción en donde el trabajo dirigido a la implementación de la estrategia del plan maestro pueda generar mejores resultados, este sitio será el espacio en donde se planteará una intervención urbano - arquitectónica que presente soluciones y alternativas para los temas analizados.



IMAGEN 47. Grietas presentes después del sismo 19S en la zona chinampera de San Gregorio Atlapulco. Noticias 22. (2017). https://noticias.canal22.org.mx/2017/09/23/san-gregorio-grietas-en-el-agua-video/



IMAGEN 48. Grietas presentes después del sismo 19S en el pueblo de San Gregorio Atlapulco. Quadratín. (2017). https://mvsnoticias.com/noticias/capital/a-un-mes-del-sismo-san-gregorio-xochimilco-se-levanta-fotos-151/



CAPITULO 5 LA GRIETA Y SU IMPACTO EN EL TERRITORIO

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



IMAGEN 49. Grieta en carretera Xochimilco - Tulyehualco presente después del sismo 19S. (2017). https://mexico.quadratin.com.mx/reabren-carretera-en-xochimilco-danada-por-el-sismo-19s/

CAPÍTULO 5

Definición de la grieta geotécnica y la situación de hundimientos en el territorio del Valle de México.

La franja de transición presente en Xochimilco es un caso complejo de análisis gracias a los diversos elementos que lo componen. Al igual que en gran parte del Valle de México, la **zona de transición** fue ocupada por asentamientos humanos sin control o reglamentación alguna, la ocupación de este territorio de forma rápida y desorganizada generó una serie de problemáticas en torno a la **construcción en suelos de conservación**, en **sitios no aptos para ocupación** y sin la infraestructura necesaria para funcionar de manera adecuada con el entorno natural. Aunado a estos factores, existe también una gran problemática de **hundimientos y agrietamientos** resultado de las mismas propiedades del suelo en conjunto con las malas prácticas humanas que han fracasado en el entendimiento del territorio y su intervención en relación con este.

Xochimilco presenta un gran problema de **subsidencia y vulnerabilidad física al fracturamiento del suelo**, entre otras cosas, debido a la explotación de los mantos acuíferos con el sistema de pozos de extracción y su consecuencia de compresión del suelo lacustre sobre el cual se estableció gran parte de la zona urbanizada de la Ciudad de México. La problemática de subsidencia y fracturamiento se fortaleció después del sismo del 19 de septiembre del 2017, debido al importante movimiento del suelo la situación geológica de Xochimilco empeoró; **las grietas geotécnicas** se presentaron en diversos puntos del sitio **afectando a edificaciones e infraestructura** y un gran número de discontinuidades en el suelo dañaron calles y carreteras.

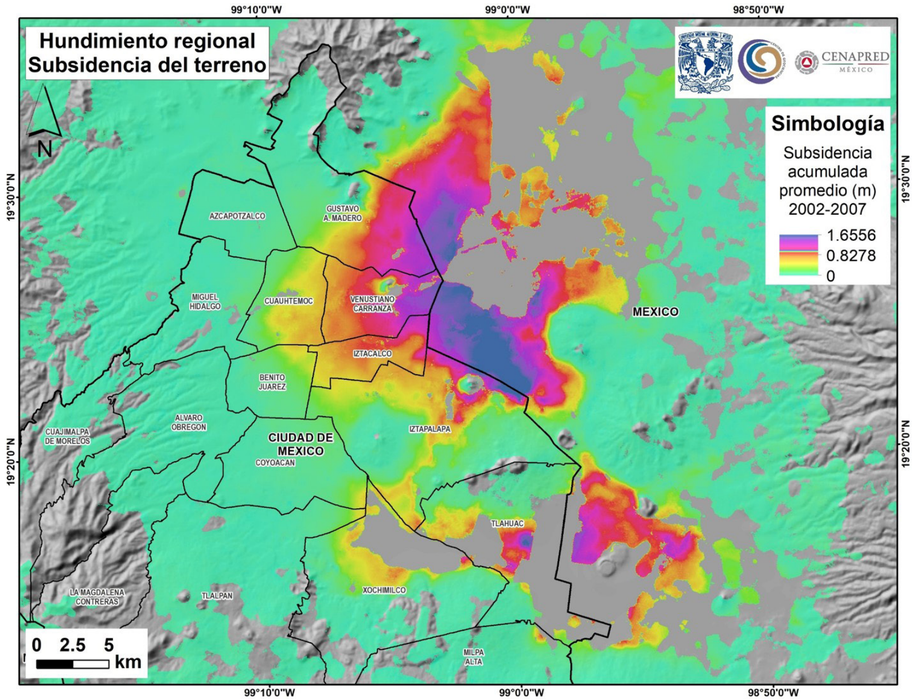


IMAGEN 50. Mapa de promedio de subsidencia acumulada de la Ciudad de México mediante interferometría de radar (InSAR) para el periodo 2002-2007. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED (2018)

El sismo fue un factor detonante para considerar las grietas geotécnicas dentro del análisis regional y entender su funcionamiento dentro de un esquema urbano – constructivo.

Para generar un **análisis de vulnerabilidad** del medio físico hacia el fracturamiento se toman en cuenta una serie de factores (pendiente del terreno, descenso del nivel de agua subterráneo, variación de hundimiento, relieve, contacto litológico, tipo de suelo) que determinan si se encuentra en un nivel alto, medio o bajo de vulnerabilidad; de acuerdo a esta metodología el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), considera Xochimilco como **medio y alto** en gran parte de su territorio.

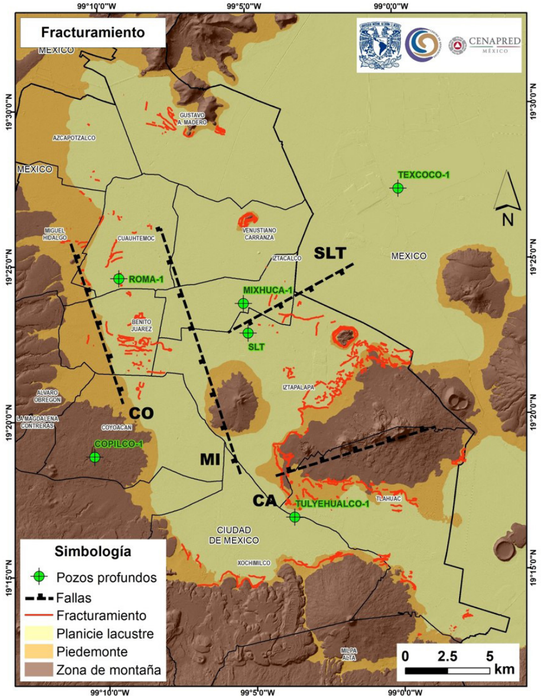


IMAGEN 51. Mapa de las fracturas que afectan el territorio de la Ciudad de México elaborado por el Centro de Geociencias de la UNAM. Se muestra el relieve de la ciudad y las fallas geológicas regionales. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED (2018)

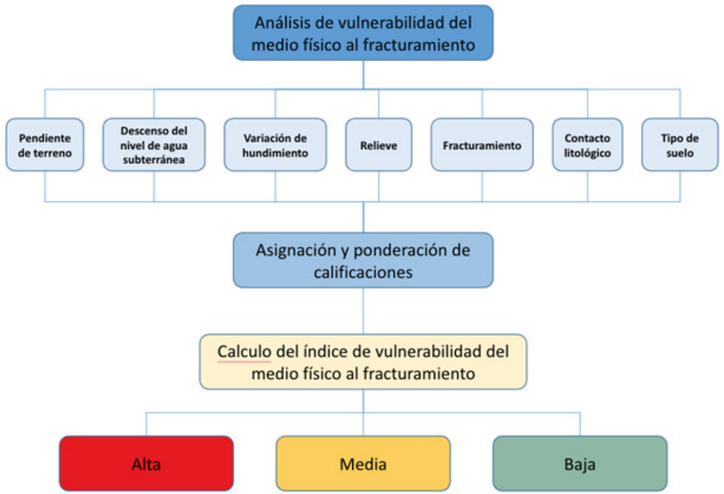


IMAGEN 52. Mapa de promedio de subsidencia acumulada de la Ciudad de México mediante interferometría de radar (InSAR) para el periodo 2002-2007. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED (2018)

El estudio del suelo con relación a las grietas y hundimientos es un tema complicado y polémico, no obstante, muchas instituciones como el Centro Nacional de Prevención de Desastres, el Instituto Politécnico Nacional, el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y la comunidad científica, han hecho contribuciones importantes. A lo largo de 50 años se han realizado diversos estudios sobre la evolución de las grietas presentes en el territorio del Valle de México, sin embargo, para la definición del tema competente a los objetivos del documento, se hace uso de la perspectiva del Dr. Gabriel Yves Armand Auvinet Guichard, investigador y director del Laboratorio de Geoinformática del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

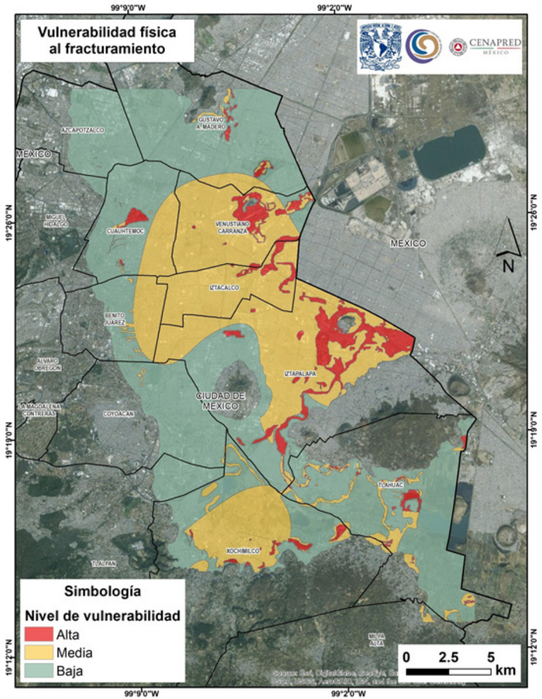


IMAGEN 53. Mapa del nivel de vulnerabilidad física al fracturamiento de la Ciudad de México elaborado por el Centro de Geociencias de la UNAM. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED (2018)

TERMINOLOGÍA

"Nosotros nos referiremos a ellas como grietas o fracturas de manera equivalente. Las grietass son fenómenos mecánicos superficiales y fallas geológicas son discontinuidades que afectan la corteza terrestre generalmente hasta una profundidad considerable".[20]

Dr. Gabriel Yves Armand Auvinet Guichard

El problema del agrietamiento en general no es sencillo, inclusive en la terminología, ya que no existe una coherencia o unanimidad sobre la misma. En EUA o en inglés en general se utiliza el término "*fissures*" por más grande que sea. Las palabras **grieta, fisura, fractura, ruptura y falla** tienen significados que en cada una de las profesiones o disciplinas pueden diferir, por lo que conviene señalar de qué disciplina se trata en cada caso y expresar en qué sentido se están utilizando estos términos, o bien describir el fenómeno del que se trata, con el fin de no generar confusiones. Para los alcances del diseño arquitectónico y propuestas de construcción, se hace uso del estudio de la **mecánica de suelos o geotecnia.**

La mecánica de suelos o geotecnia es una rama de la ingeniería civil y, a la vez, puede considerarse parte de la geología, en el sentido de que también estudia la **corteza terrestre**. Sin embargo, el campo de interés principal de la geotecnia o mecánica de suelos se limita a la más superficial capa de ésta, es decir, los estratos en los que se construyen los cimientos de las edificaciones y demás obras de ingeniería como carreteras, represas, canales y túneles u obras subterráneas. **Las grietas, fisuras o fracturas geotécnicas afectan sólo a la capa superficial del terreno** que, como se mencionó anteriormente, es el objeto de estudio de la geotecnia; no son fallas en el sentido geológico o tectónico, pues no cortan la corteza terrestre, sino sólo una pequeña porción superficial de ella. Una **falla geológica** puede producir grietas en la superficie del terreno, pero obligadamente debe impactar en la corteza terrestre, mientras una **grieta geotécnica** no afecta la corteza terrestre como tal, por lo que se puede decir que **las fallas geológicas son afectaciones profundas y las grietas geotécnicas son impactos superficiales.**

20. Dr Gabriel Auvinet Guichard (2018). "Aspectos geotécnicos de los sismos de septiembre del 2017" Videoconferencia de la 'Reunión Informativa Anual' de la Subdirección de estructuras y Geotecnia del Instituto de Ingeniería de la UNAM, publicada el 14 de febrero del 2018. https://www.youtube.com/watch?v=RMAjmumZVuM. En esta presentación el Doctor resume el estado actual del conocimiento que hay sobre el comportamiento sísmico del subsuelo y de las cimentaciones, principalmente en el contexto del Valle de México.

LA GRIETA GEOTÉCNICA EN EL VALLE DE MÉXICO

Desde hace varios decenios, se han observado grietas en el suelo de la Ciudad de México, principalmente en Texcoco y en las alcaldías de Iztapalapa, Tláhuac, Xochimilco y Milpa Alta. Los **elementos continuos** ubicados en la superficie del terreno que están en contacto con las grietas, como el pavimento, las edificaciones y la infraestructura hidráulica, presentan diversos tipos de daño [21].

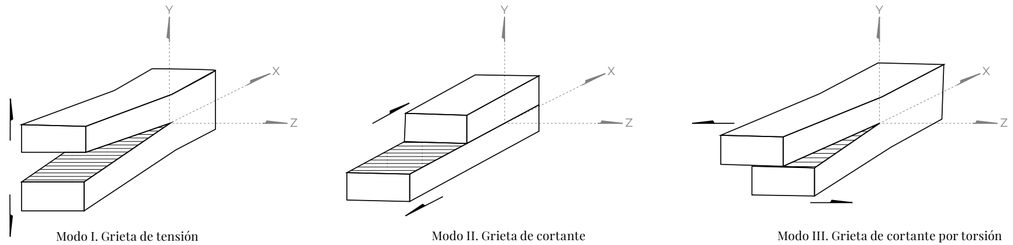
Los sismos pueden generar en la superficie del terreno grietas o fisuras debidas a los esfuerzos alternados de tensión/compresión que las ondas sísmicas producen, pero en el instante de su aparición inicial estas grietas generalmente no afectan sino la porción superficial del terreno a profundidades de decímetros o, como máximo, pocos metros; sin embargo, **si se encuentran por debajo del nivel freático, o en ellas cae agua de cualquier fuente, enseguida se profundizan indefinidamente** debido a la concentración de esfuerzos en su punta. Por tanto, no son fallas geológicas, sino grietas geotécnicas [22].

Las grietas se pueden presentar según tres **modos de agrietamiento** principales:

- Modo I: grieta de tensión
- Modo II: grieta de cortante
- Modo III: grieta de cortante por torsión o modo mixto.

21. Auvinet, G.; Sánchez J. y Pineda A. (2019). "Mitigación de daños ocasionados por grietas en el suelo." Artículo sometido a: Ingeniería, Investigación y Tecnología. México.

22. Auvinet, G. y Reséndiz D. (Diciembre 2017 - Febrero 2018). "Confusiones surgidas a partir de los sismos de 2017 en la Ciudad de México." Nota técnica: Revista Geotecnia – SMIG (Sociedad Mexicana en Ingeniería Geotécnica), edición No. 246.



Modo I. Grieta de tensión

Modo II. Grieta de cortante

Modo III. Grieta de cortante por torsión

GRAFICO 40. Modos de agrietamiento. Elaboración propia a partir de información del Instituto de Ingeniería de la UNAM. (2019).





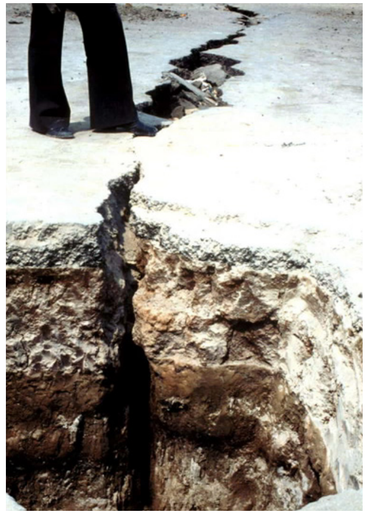


IMAGEN 54. Grieta por secado presente en Texcoco, Estado de México. Insituto de Ingeniería de la UNAM.

IMAGEN 55. Grieta por fracturamiento hidráulica presente en el ex Lago de Texcoco, Estado de México. Insituto de Ingeniería de la UNAM.

IMAGEN 56. Grieta por fracturamiento hidráulico presente en el Lago de Iztacalco, Ciudad de México. Insituto de Ingeniería de la UNAM.

Las grietas que se presentan en el subsuelo del Valle de México generalmente son del tipo del Modo I, las cuales no causan muchos daños. Las grietas del Modo II son las que representan mayores problemas.

Dependiendo de las características de su formación las grietas geotécnicas se clasifican de la siguiente manera:

- **Agrietamiento por secado**: se pueden observar en azolves, o en los depósitos del fondo de canales, ríos, etc., al secarse el material arcilloso. Este tipo de grietas no preocupan demasiado, así como tampoco deben de preocupar las grietas asociadas con el desgaste de carpetas asfálticas.

- **Agrietamiento por fracturamiento hidráulico**: presentes en la zona del ex Lago de Texcoco, existen grietas profundas que aparecen durante las épocas de lluvia por el encharcamiento de agua. El agua se mete en esas grietas previas por secado, o de otro tipo, y la presión del agua dentro de la grieta es suficiente, de acuerdo con el factor de densidad de esfuerzos, para provocar la propagación. Debido a la configuración aleatoria del suelo, las grietas no están orientadas de acuerdo con nada, depende de las heterogeneidades del sitio, pero llegan a formar familias que dificultan las construcciones. Aunque finalmente no son tan graves como parecen, además estas grietas no son agresivas porque son horizontales, es decir, se abren horizontalmente; pertenecen al Modo I y pueden llamarse grietas de tensión. En las obras hidráulicas estas grietas se sellan solas, los azolves son suficientes para evitar que se propaguen, o bien, pueden ser confinadas con terraplenes.

- **Agrietamientos asociados a esfuerzos de tensión inducidos por obras diversas**: este tipo de agrietamiento se debe a obras que se construyen sobre las arcillas del Valle de México.

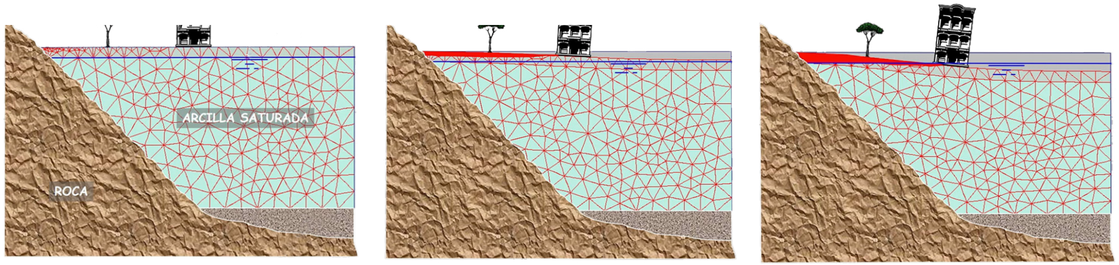
- **Agrietamientos en taludes de bordos**: causadas por tensiones de gran magnitud, o bien, si en la parte superior del suelo existen materiales rígidos, allí pueden generarse grietas. La superficie de una carga puntual sobre un material representa tensión.





IMAGEN 57. (Arriba) Agrietamiento en suelo natural presente en Laguna Casa Colorada, Estado de México. Estas grietas se asocian a esfuerzos de tensión inducidos por obras diversas. Insituto de Ingeniería de la UNAM.

IMAGEN 58. (Abajo) Agrietamiento en taludes de bordos (abajo) presente en Laguna Casa Colorada, Estado de México. Estas grietas se asocian a esfuerzos de tensión inducidos por obras diversas. Insituto de Ingeniería de la UNAM.



- **Agrietamiento asociado al hundimiento regional de la zona lacustre**: toda la zona lacustre, o ex lacustre, presenta cierto hundimiento regional debido al bombeo de agua en los acuíferos profundos. El 70% del agua que se consume en el Valle de México proviene del subsuelo, eso provoca abatimientos de presiones de agua y aumento de esfuerzos efectivos y por lo tanto hundimiento, mismo que no es uniforme. Las primeras manifestaciones del movimiento irregular del suelo son las grietas, ya que dos áreas originalmente presentes al mismo nivel sufren modificaciones en sentidos opuestos, creando una separación entre las dos.

- **Grietas en zona de transición abrupta**: son producto de hundimientos no uniformes entre suelo lacustre arcilloso (arcillas de 400% de contenido de agua) y los materiales volcánicos de los cerros. **La zona más susceptible a este tipo de grietas es la de transición,** especialmente en donde el cambio de suelo tiene poca dimensión. En estas condiciones sucede que la arcilla presenta el hundimiento, asociado al bombeo, y la condición de frontera que existe es la de un material poco deformable, muchas veces con una configuración irregular, lo cual agrava la situación, y conforme se presenta el hundimiento se va generando una zona de tensión en la parte

IMAGEN 59. Esquema de proceso de evolución de grietas en zona de transición abrupta, su impacto en el suelo y las edificaciones. Instituto de Ingeniería de la UNAM.

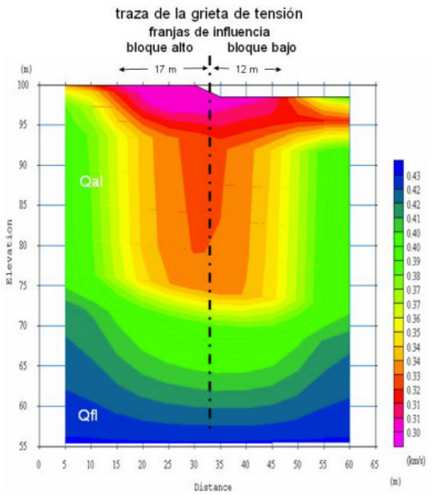


IMAGEN 60. Esquema de grieta por tensión, comúnmente presentes en zonas de transición abrupta. Instituto de Ingeniería de la UNAM.



IMAGEN 61. Grietas en zona de transición abrupta presente en Tláhuac, Ciudad de México. Insituto de Ingeniería de la UNAM..

superior o “costra”, en donde el contraste de rigidez aumenta a la susceptibilidad del agrietamiento. Estas grietas tienen una tendencia a formar un “escalón” y eso es muy agresivo para las construcciones, en caso de coincidir con ellas.

- **Grietas en zonas de anomalías geotécnicas**: existen zonas donde la configuración del suelo presenta ciertas anomalías, por ejemplo, en la Sierra de Santa Catarina la roca basal tiene una profundidad variable, en donde si el suelo se hunde puede generar tensiones en la superficie y con esto agrietamiento. Otro caso de anomalía geotécnica es Tláhuac, que es el centro de la zona lacustre, lejos de la zona de transición, sin embargo, existen “escalones” en el terreno y estas son anomalías estratigráficas.

- **Agrietamiento en laderas inestables**: se presentan alrededor de la zona lacustre, en zona de transición o directamente en la zona de lomas, donde existen algunas laderas potencialmente inestables. La primera manifestación de inestabilidad es el agrietamiento.

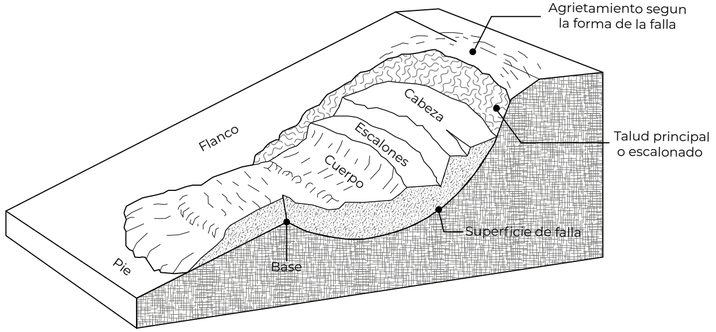


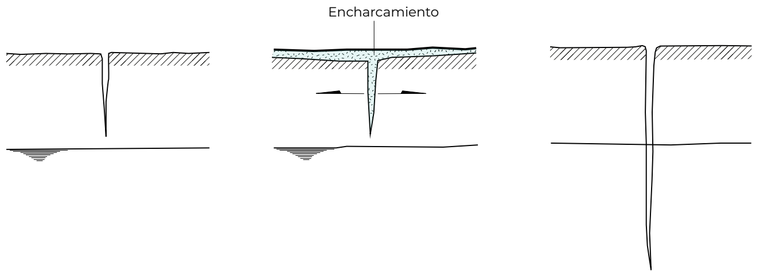
GRAFICO 41. Elementos que conforman la estructura de la grieta comúnmente presentes en laderas inestables. Elaboración propia a partir de información del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Específicamente en el Valle de México y Xochimilco se presentan las grietas de tensión, estas se generan por cambios volumétricos de agua en los materiales geológicos; la extracción de agua o cualquier otro tipo de desecación de suelos causa un efecto de asentamiento creando una diferencia de separación o altura entre dos bloques. Algunas de las causas externas que pueden causar su aparición son: la variación del contenido de agua en capas del suelo subterráneo, procesos hidrodinámicos, es decir procesos de filtración o carga hidráulica donde el agua llena las grietas existentes para incrementar la presión y ensanchamiento de las paredes, hundimiento regional en la separación de la zona lacustre de ladera, por variación rápida de esfuerzo horizontales con la perforación de pozos e hincado de pilotes, por los movimientos tectónicos y por el efecto de raíces y drenaje. La pérdida de sostenibilidad hidráulica provoca deformaciones por flujo hidrodinámico que se pueden manifestar en tres fases:

Fase 1. Hundimiento por abatimiento

Fase 2. Generación de grietas de tensión

Fase 3. Crecimiento de las grietas de tensión. (Hunt, 1984), (Alvarez Manilla, 1996).



(a). Grieta presente en el suelo por secado, asentamiento diferencial, etc.

(b). Generación de presión interna por encharcamiento.

(c). Fracturamiento hidráulico y propagación de la grieta.

GRAFICO 42. Mecanismo de propagación de agrietamientos, la presencia de agua en las grietas puede incrementar las dimensiones de la misma, aumentado la magnitud de la problemática en algunas zonas. Elaboración propia a partir de información del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

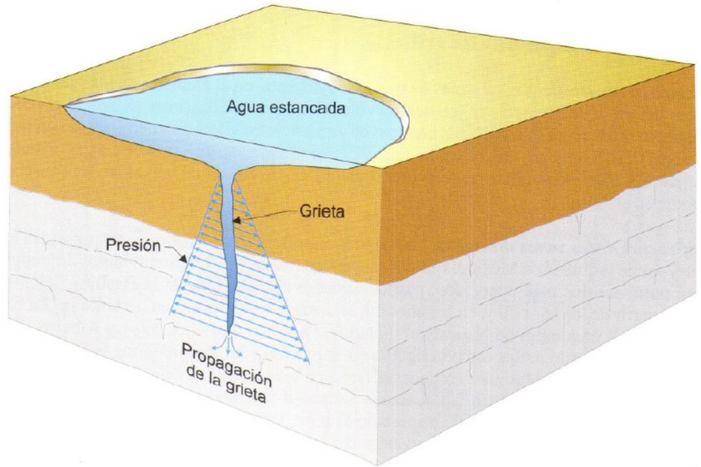


IMAGEN 62. Esquema de propagación de grieta por encharcamiento. Instituto de Ingeniería de la UNAM.



IMAGEN 63. "Xochimilco presenta falla geológica tras sismo". http://diariotiempo.mx/estados/estado-de-mexico/xochimilco-presenta-falla-geologica-tras-sismo/

Las grietas más destructivas presentan un escalón y son causadas por los asentamientos diferenciales asociados al hundimiento regional (Auvinet et.al., 2017). **El fenómeno de agrietamiento se agravó a raíz de los sismos de septiembre de 2017** y se han presentado algunos escalones que alcanzan hasta 1m de altura.

Para conocer los movimientos presentes en el suelo del Valle de México **se han desarrollado métodos geofísicos para la evaluación de condiciones estratigráficas, que usualmente se plantean en zonas de transición abrupta**, donde dichos movimientos son de mayor dimensión. Con métodos como el de **"Vibración ambiental"** se han obtenido resultados en los cuales se ha podido determinar las variaciones de la profundidad del basamento rocoso, o por lo menos materiales más sólidos. Y con métodos como el **Georadar**, también se obtiene información superficial (4 o 5 m generalmente). En donde, con base en la geofísica, se ha podido determinar la configuración del terreno y eso sugiere **la ubicación potencial de las grietas**, es decir, dónde hay más gradiente de profundidad de los materiales resistentes debajo de la arcilla, que es en donde se puede esperar la presencia de grietas.

El Instituto de Ingeniería generó un **mapa de grietas**, donde se señalan los diferentes tipos de grietas que existen. No todas las grietas tienen el mismo grado o nivel de peligro, las que suponen mayores problemas son las que presentan "escalón" porque son destructivas para las construcciones. Otras, como las grietas por fracturamiento hidráulico, se pueden estabilizar mediante diferentes técnicas. **El problema de un mapa de grietas es que no distingue entre las grietas peligrosas y las que no lo son**; pueden tener implicaciones graves en cuanto, por ejemplo, el valor catastral de los predios. **Es mucho más recomendable que en cada predio se haga un estudio de mecánica de suelos para cada construcción, que determine de qué grieta se trata, cuál es su evolución previsible y qué medidas ingenieriles (o arquitectónicas) se pueden tomar para vivir con la grieta, o simplemente declarar que el terreno no es construible.**

"El agrietamiento no es necesariamente un problema grande, por ejemplo, las obras hidráulicas de la CONAGUA, como el Lago Nabor Carrillo, se construyeron en una zona totalmente agrietada".[23]

Como parte de los esfuerzos realizados por el CENAPRED para monitorear el agrietamiento, además de la actualización del **mapa de fracturamiento** de acuerdo a los **desplazamientos registrados durante el sismo** y la incorporación de dicho mapa al **Atlas Nacional de Riesgo**, sobresale el diseño e implementación de sistemas para monitorear el movimiento de las fracturas en zonas críticas superficiales (GPS) y a profundidad (extensómetros), y las **estaciones de monitoreo de deformación del subsuelo: medición de la deformación mediante amplificador de ángulos o micrómetro y bancos de nivel.** (ver gráfico: "Método de medición de movimientos del suelo por micrómetro." CENAPRED. (2016)).

23. (4) Dr Gabriel Auvinet Guichard. Videoconferencia publicada el 14 de febrero del 2018, canal de Youtube del Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad de México. https://www.youtube.com/watch?v=RMAjmumZVuM



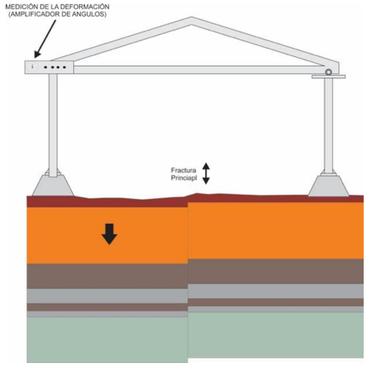






IMAGEN 64. .

IMAGEN 65. .

IMAGEN 66. .

IMAGEN 67. Método de medición de movimientos del suelo por micrómetro. CENAPRED. (2016)

HUNDIMIENTO DEL VALLE DE MÉXICO

El hundimiento de la Cd. de México es un fenómeno que comenzó a aparecer a finales del siglo XIX, y el ingeniero Roberto Gayol, de acuerdo con sus mediciones topográficas, fue el primero en señalar que la ciudad se estaba hundiendo. El fenómeno era un tanto misterioso y se atribuía al peso de las construcciones, pero el Doctor Nabor Carrillo, quien fue rector de la UNAM, propuso una explicación que ha sido aceptada por todos los científicos, la cual dice que **el hundimiento de la ciudad se debe al bombeo profundo, es decir, a la existencia de pozos profundos para el abastecimiento de agua potable de la población.** Este bombeo provoca un abatimiento de las presiones del agua en el suelo y esto conduce al momento de esfuerzos efectivos y al asentamiento o hundimiento de la ciudad.

Las zonas que presentan mayores hundimientos son las zonas donde los estratos arcillosos superficiales que existen en el Valle de México tienen más espesor, es decir, las zonas de Ciudad Nezahualcóyotl y algunas partes del Valle de Chalco, allí se alcanzan los bares máximos que son del orden de 40 cm al año y son precisamente las zonas en donde los espesores de arcilla son más grandes. Existe una correlación casi perfecta entre espesor de arcilla y velocidad de hundimiento. En el resto de la ciudad la velocidad de hundimiento es menor, variando de entre 10 a 25 cm al año. *(Ver "IMAGEN 50. Mapa de promedio de subsidencia acumulada de la Ciudad de México mediante interferometría de radar (InSAR) para el periodo 2002-2007. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED (2018)" pag. 168)*

Para mantener un control y constante estudio de esta situación en el Valle de México, se creó el Sistema de Monitoreo de Hundimiento de la Ciudad de México, bajo la responsabilidad de la CONAGUA, y el apoyo principal del Instituto de Ingeniería. El trabajo consiste en la realización de nivelaciones periódicas que permiten seguir la evolución del hundimiento de diferentes zonas de la ciudad.

"Tenemos que saber a dónde vamos, cuáles son las zonas en donde se está acelerando o estabilizando el fenómeno, para definir una política de uso de suelo y señalar a los ingenieros las zonas más conflictivas para sus diseños".[24]

24. Dr Gabriel Auvinet Guichard (2017) "Hundimiento del Valle de México." Videoconferencia emitida en directo a través del canal de Youtube del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Ciudad de México.

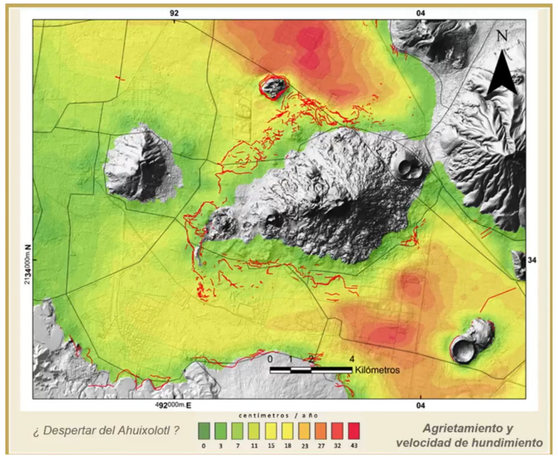


IMAGEN 68. Agrietamiento y velocidad de hundimiento. Foto tomada de "Agrietamiento en el Subsuelo del Valle de México". Videoconferencia emitida en directo a través del canal de Youtube del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Ciudad de México.

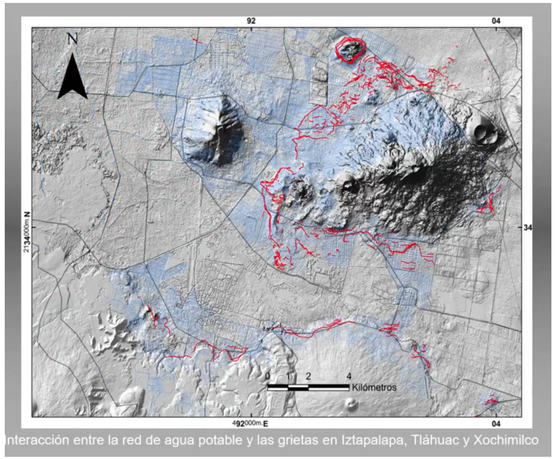


IMAGEN 69. Interacción entre la red de agua potable y las grietas en Iztapalapa, Tláhuac y Xochimilco.Foto tomada de "Agrietamiento en el Subsuelo del Valle de México". Videoconferencia emitida en directo a través del canal de Youtube del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Ciudad de México.



IMAGEN 70. Hundimientos diferenciales presentes en la Ciudad de México que afectan edificaciones. Josh Haner. (2017). https://www.nytimes.com/es/interactive/ciudad-de-mexico-al-borde-de-una-crisis-por-el-agua/.jpg

Una de las consecuencias más importantes del hundimiento diferencial es la formación o ampliación de grietas en el suelo, la zona con más afectaciones es la de transición, que es el punto donde la capa de arcillas propensas a hundimientos se separa de la capa rígida de material volcánico. Dichos fracturamientos existen desde hace mucho tiempo y se manifiestan con grietas que presentan un escalón el cual es muy destructivo, sobre todo para las construcciones ligeras.

"Luchar contra el hundimiento es luchar contra la naturaleza, y eso nunca es conveniente, es mejor adaptarse a ella".

Dr. Gabriel Yves Armand Auvinet Guichard

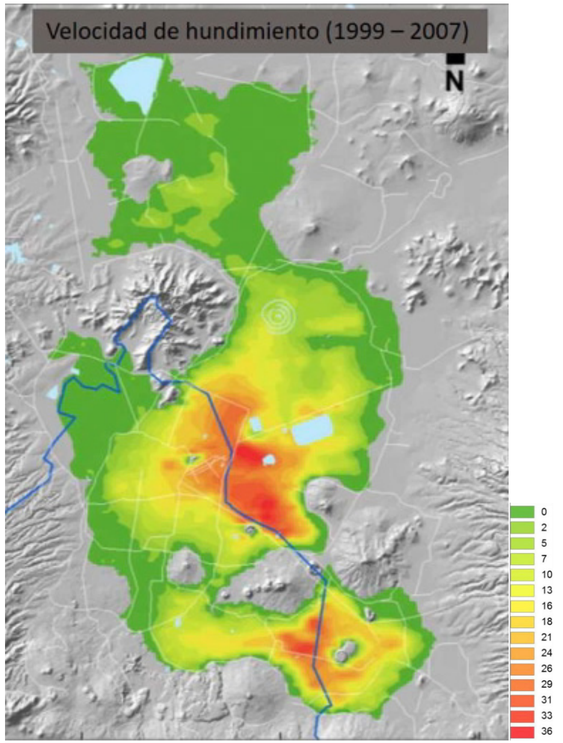


IMAGEN 71. Velocidad de hundimiento en la Ciudad de México por centímetro al año. Instituto de Ingeniería de la UNAM. (2007).

LAS GRIETAS EN XOCHIMILCO DESPUÉS DEL SISMO 19S

Los efectos combinados de la subsidencia y los terremotos pueden incrementar la vulnerabilidad de la infraestructura urbana en la Ciudad de México. Las principales fracturas que afectan a la secuencia del suelo arcilloso de la ciudad, son consecuencia de la desecación continua del lago (grietas de desecación); posteriormente la extracción en aumento del agua subterránea ha originado un desequilibrio en la presión del relleno sedimentario de la cuenca y consecuentemente la deformación de los materiales que, al darse de manera diferencial, origina fracturas que se propagan continuamente del subsuelo hacia la superficie.

"La respuesta sísmica de la cuenca de México está condicionada fuertemente por la presencia de fallas regionales y fracturas provocadas por la subsidencia del terreno."[25]

El sismo tuvo efectos importantes, pero según interpretaciones como las del Dr. Auvinet e instituciones como el CENAPRED, es que se trató de la reactivación de grietas preexistentes (el sismo como detonante del problema de las grietas). El sismo genera ondas superficiales que dislocan los bloques que estaban separados por grietas, aumentando o disminuyendo el "escalón". El sismo viene a marcar más las grietas y la presencia de escalones, sin embargo, el fenómeno del agrietamiento está ligado al hundimiento de la ciudad, no está ligado cien por ciento a los sismos, aunque viene a señalar todos los puntos débiles que existen tanto en los pavimentos, como edificios, suelos y edificios. *"El agrietamiento no es un problema nuevo"*.

Sin embargo, existen algunos casos en donde se observó la aparición de **grietas nuevas** como, por ejemplo, en las Chinampas de Xochimilco. El sismo, al mover esta materia orgánica tan flexible que existe en las chinampas, generó grietas. Las chinampas que presentaron mayores daños fueron las que no estaban correctamente confinadas. En el sismo del 19S aparecen más grietas, específicamente en el contacto entre la Sierra de Chichinauhtzin y la zona lacustre, en el camino antiguo de Xochimilco a Tulyehualco. Es un problema delicado que tiene que ver con la transición abrupta, pero tiene que ver también con el tema de laderas inestables. Se trata de una grieta longitudinal

25. Carreón-Freyre, D., Cerca, M., Gutiérrez-Calderón, R., López-Quiroz, P., Alcántara-Durán, C., González-Hernández, M., et al. (2017). Posible influencia de la subsidencia y fracturamiento en la Ciudad de México en las construcciones dañadas por el sismo del 19 de Septiembre de 2017. Recuperado el 16 de abril del 2018, de http://gacetadeiztapalapa.com.mx/wp-content/uploads/2017/10/fracturas_sismo2017.pdf

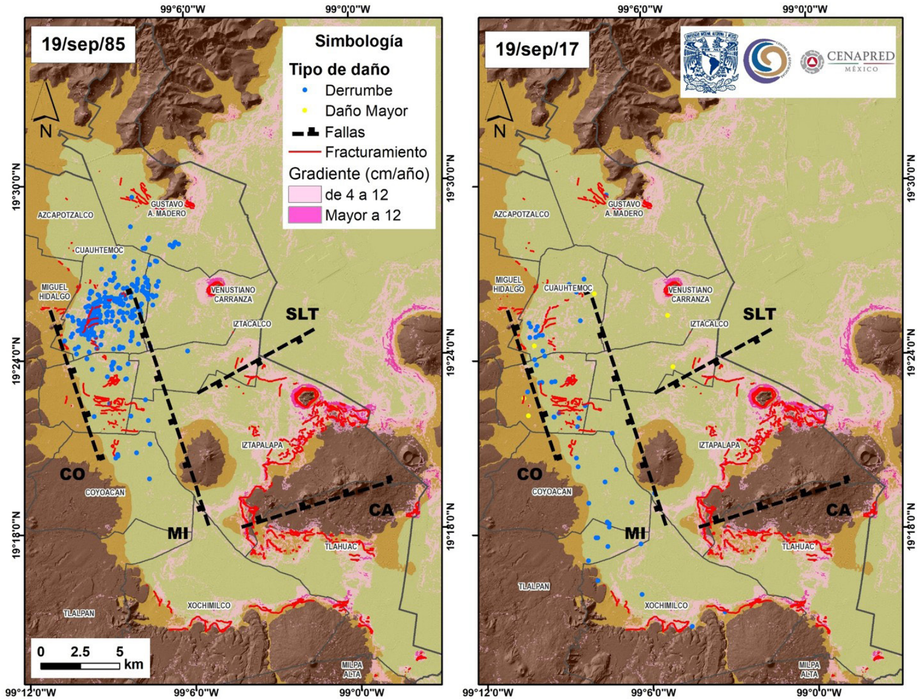


IMAGEN 72. Mapa que muestra la relación espacial entre las fracturas y fallas con la distribución de edificios colapsados en los sismos del 19 de Septiembre de 1985 y de 2017. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED..

que apareció en la carretera, exactamente en el contacto entre brechas volcánicas y arcillas. El agrietamiento existe por diferentes fenómenos: agrietamiento por fracturamiento hidráulico; agrietamiento por asentamientos diferenciales y otros motivos, y cuando viene el sismo estas grietas preexistentes se marcan más.



IMAGEN 73. "En riesgo, colonias chinamperas asentadas en Xochimilco; sismo agravó hundimientos". https://www.animalpolitico.com/2017/11/xochimilco-grietas-chinampas-sismo/

Este es otro tipo de grietas que requieren de mucha atención, se les puede llamar de **transición abrupta**, pero también pueden estar asociadas con "fallas incipientes" de las laderas, tomando en cuenta los desniveles. Se tratan de "desconfinamientos laterales"; en el caso de Xochimilco- Tulyehualco la solución habría sido rellenar la grieta y reabrir la circulación/ paso vehicular.

El fenómeno de grietas por transición abrupta se presenta cuando se pasa directamente de materiales totalmente firmes a las arcillas blandas. Esto sucede en partes de la ciudad donde en distancias de 20 metros se pasa de roca a capas de arcilla con 30 - 40 metros de profundidad, se trata de zonas vulnerables al movimiento del suelo, y por lo tanto a agrietamientos. A raíz del 19S se le tiende a atribuir a las grietas los colapsos de los edificios, pero existen otros factores que se conjugan con este hecho como las malas condiciones de construcción, el poco mantenimiento de estructuras y **el planteamiento incorrecto para la ocupación de un inmueble en un suelo inestable.**



IMAGEN 74. Activación de grietas en la carretera Xochimilco – Tulyehualco después del sismo 19S. Miguel Fuantos. (2018). http:// www.elnorte.com/aplicacioneslibre/ articulo/ default.

CONSECUENCIAS Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN. SOLUCIONES TÉCNICAS

La presencia de hundimientos y grietas en el suelo crea consecuencias importantes en la situación del punto donde se manifiestan. Las afectaciones más importantes se exponen en predios y construcciones, pero también las vialidades y servicios públicos sufren daños que impiden el correcto desarrollo de sus funciones.

Eliminar la causa del fenómeno del hundimiento a corto plazo es inviable, atender mejor el tema del fracturamiento sí es posible. Existen acciones de adaptación que hacen frente a la problemática para proponer **medidas y ajustes que permitan convivir con las grietas y hundimientos**, también se han generado propuestas de mitigación, que son planes a largo plazo y buscan disminuir las afectaciones resultantes del problema. Ambos casos tienen el objetivo de reducir la situación de vulnerabilidad en zonas de la ciudad que afectan edificaciones, vialidades y servicios públicos, proponiendo soluciones a la problemática desde perspectivas distintas. De esta forma se han implementado propuestas con una base técnica sólida, con un diseño específicamente pensado para la situación de grietas en el Valle de México, las soluciones más exitosas han sido las siguientes:[26]

- **Relleno con grava y arena para control de grieta por fracturamiento hidráulico**: este proceso logra estabilizar las grietas de fracturamiento hidráulico mediante el relleno de grava y arena, y/ o arena para concreto, debido a que la arena no transmite tensión, garantiza o elimina la posibilidad de tensiones de ciertas zonas. La arena modifica el estado de esfuerzos en el suelo y además impide la erosión de los suelos finos por el flujo del agua.

- **Refuerzo de terraplenes con geomalla**: con esta solución se busca confinar la grieta, **empleada en la construcción de casas en zonas de grietas**. Se construye una capa de material sobre un geotextil y el confinamiento modifica el factor de intensidad y esfuerzos. Se llama también caja de arena con carpeta asfáltica y **logra suavizar o moderar la deformación**, que evita la formación de un escalón.

26. Dr Gabriel Auvinet Guichard (2018) "Agrietamiento en el Subsuelo del Valle de México." Videoconferencia emitida en directo a través del canal de Youtube del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Ciudad de México.

- **Mitigación de efectos de grietas con adoquines**: los adoquines absorben la deformación. A partir de cierto momento hay que levantarlos, nivelar el terreno y volver a colocarlos. Es una solución sencilla que puede formalizarse.

- **Modelo de elementos discretos**: soluciones provisionales al tema de las grietas para atenuar las deformaciones. Algunos ejemplos son, la instalación de tuberías, control de rotura por grieta, control de socavones, materiales de relleno autoestables, filtros transversales.

- **Caja disparadora de deformaciones unitarias**: diseñada en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, se sustituye superficialmente el terreno natural por material granular que no transmita tensiones, con arena o grava sin finos. Consiste en construir sobre la grieta un dentellón de arena que mitiga las deformaciones del suelo, es usado también para infraestructura hidráulica y edificaciones.

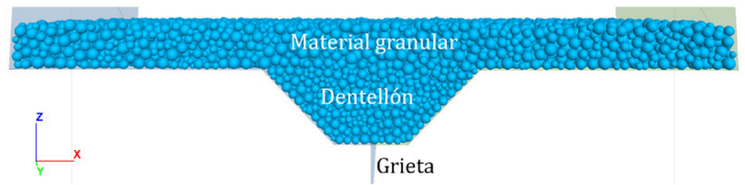
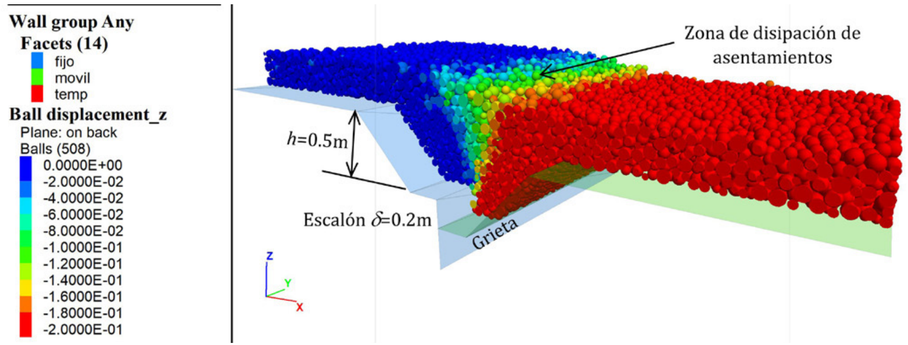


IMAGEN 75. Modelo 3D de Caja disipadora de deformaciones unitarias. Foto tomada de PDF Mitigación de deformaciones inducidas por las grietas del suelo de la ciudad de México. Gabriel Auvinet y Jesús Sánchez



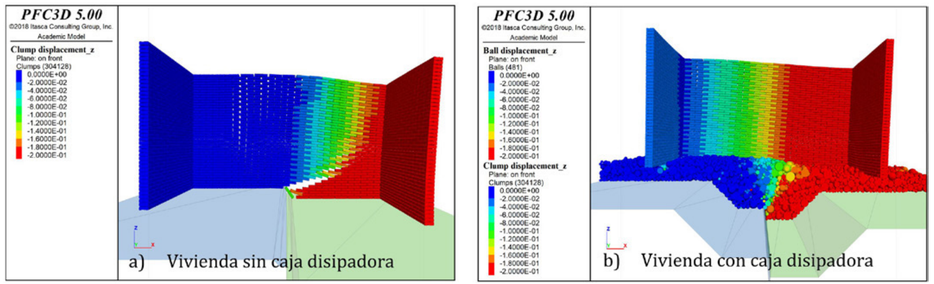


IMAGEN 76. Desplazamientos verticales en una caja disispadora de profundidad h= 0.5 m. Foto tomada de PDF "*Mitigación de deformaciones inducidas por las grietas del suelo de la ciudad de México*". Gabriel Auvinet y Jesus Sánchez

- **Contratrabes de liga**: este es un método de mitigación que se emplea en las zonas donde todavía no hay grietas. Con el objetivo de asegurar la cohesión de la casa, las contratrabes forman una protección general de la edificación ante el movimiento del suelo y su posible impacto en la estructura.

- **Cimentación especial**: se incorpora a la construcción una serie de **pilotes de control**, estos permiten **rectificar la verticalidad de la estructura** adecuándose a los movimientos presentes y futuros del suelo.

- **Cambio de uso de suelo**: los predios muy afectados pueden declararse como terrenos no construibles y volverse área ecológica. Poco a poco las zonas más críticas se pueden ir convirtiendo en zonas ecológicas. Es necesario realizar un dictamen de mecánica de suelos para conocer la situación de las edificaciones y terrenos, antes de decidir un cambio de uso de suelo o de analizar las posibilidades de diseños especiales.

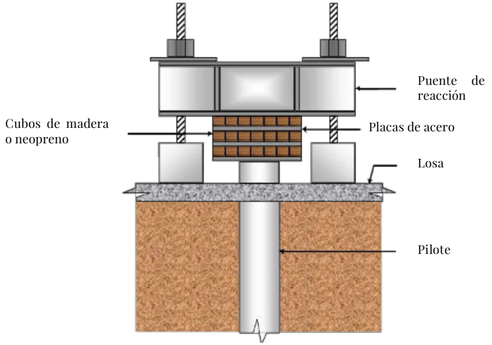




IMAGEN 77. Sistema de cimentación por pilotes de control usado para compensar los movimientos del suelo en las edificaciones. Instituto de Ingeniería de la UNAM. -----Pilotes de control para edificaciones. Revista Geotecnia - Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica. (2017).

Se recomienda que las grietas con escalón grande no sean ocupadas por construcciones nuevas que no cuentan con soluciones pensadas para la atenuación del agrietamiento, como pilotes de control, caja disipadora, etc. En el caso de grietas con poco escalón se recomienda la implementación de técnicas como el relleno con arena, nivelación con adoquines, separación por juntas o cualquier solución de mitigación para contener la magnitud de la grieta. En ningún caso se recomienda tener elementos verticales de gran altura y peso, como bardas de concreto, el elemento lineal puede sufrir daños en su desplante ocasionando peligro de derrumbe.

Cada sitio demanda soluciones específicas para la situación en la que se apliquen las propuestas de adaptación o mitigación. Las características de los hundimientos y grietas presentes en una zona son el detonante clave para el diseño de los elementos planteados. Es necesario realizar un estudio propio del sitio para entender las condiciones sobre las cuales se actúa y encontrar las soluciones adecuadas para resolver la problemática establecida.

"Esto puede inspirar ciertos diseños, y sobretodo, aprender a vivir con el problema de una forma inteligente. Decir que un terreno no es construible es derrotista, porque siempre hay soluciones arquitectónicas".

Dr. Gabriel Yves Armand Auvinet Guichard





IMAGEN 78. "Xochimilco presenta falla geológica tras sismo". http://diariotiempo.mx/estados/estado-de-mexico/xochimilco-presenta-falla-geologica-tras-sismo/

IMAGEN 79. "Nativitas, los hundimientos que se agudizaron con el sismo". https://lasillarota.com/metropoli/nativitas-los-hundimientos-que-se-agudizaron-con-el-sismo/180403

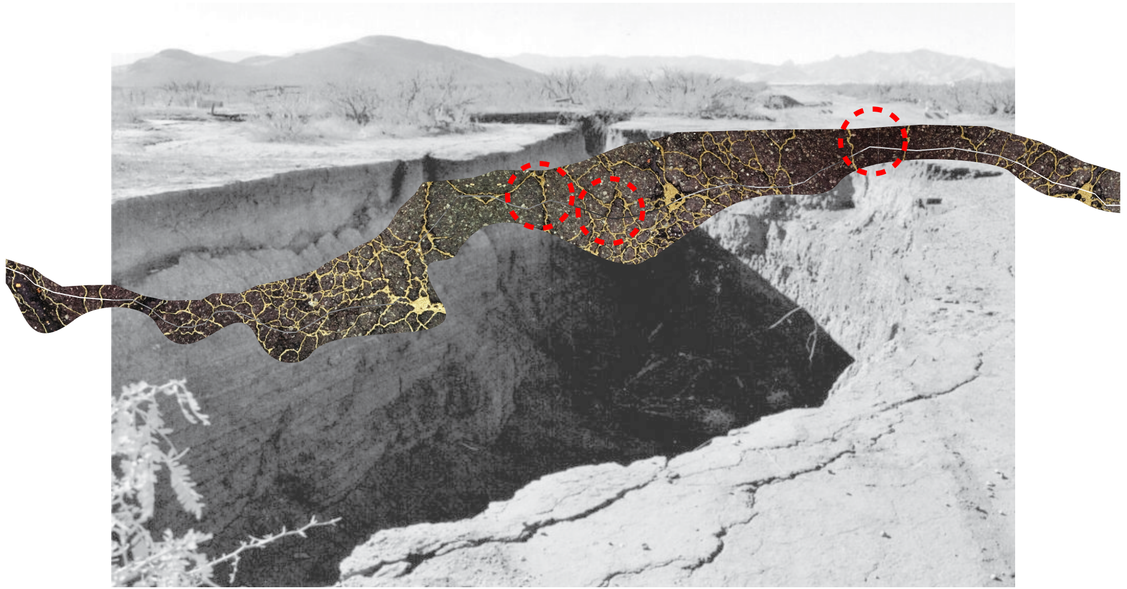
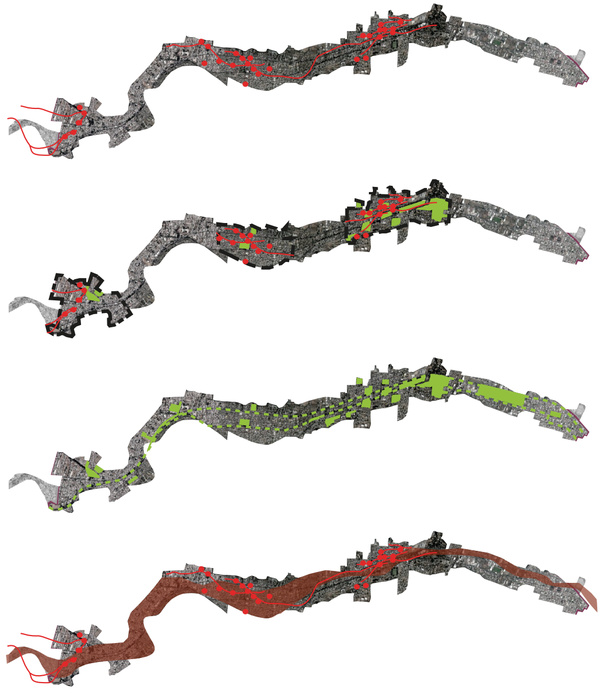


GRAFICO 43. Diagrama conceptual para análisis de ubicación de zonas con presencia de grietas geotécnicas con potencial a lo largo de la Zona de Transición. Elaboración propia.

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ZONA DE TRANSICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CON POTENCIALIDAD

Como se explicó en el Capítulo 3 *(Ver "GRAFICO 19. Polígono regional - Clasificación de suelo y Grietas. Elaboración propia a partir de "Atlas Nacional de Riesgos". SEGOB, CENAPRED,UNAM. (2017)." pag. 118)*, la Ciudad de México, desde el punto de vista geotécnico, está dividida en tres zonas: la zona de lo que fue el antiguo Lago, es decir la zona III; la zona de transición, es decir la zona II y una zona de suelos firmes e inclusive rocosos, que es la zona I. Esta división se ha conservado con fines reglamentarios y es conveniente mantenerla simple. Toda la información ha sido la base para definir la Zonificación del Distrito Federal para fines de diseño por sismo, (GDF, 2004). Para fines de zonificación y descripción simplificada se dice que la **zona de transición** es una zona heterogénea, constituida por materiales lacustres y materiales aluviales provenientes de las sierras.

A partir del entendimiento de la grieta y ver cómo se desenvuelve en el contexto de Xochimilco es que se generan propuestas alternativas dentro de la zona de transición para la correcta adecuación del medio urbano al escenario del fracturamiento; de esta forma el territorio y las actividades humanas que se desarrollan pueden tener un equilibrio. Este proceso inicia con el desarrollo de un **plan de acción** para toda la zona de transición, donde se implementa como primer paso **señalar la grieta** como método de concientización, ya que el conocimiento del territorio y su problemática de grietas aún es un tema desconocido por gran parte de los habitantes; a continuación se generan intervenciones urbano-arquitectónicas y artísticas en áreas con grietas y áreas abiertas como **catalizadores de espacio público resiliente;** después estos proyectos son consolidados por el desarrollo de un **sentido de pertenencia** hacia estos espacios y las actividades que se pueden realizar en ellos (principalmente recreativas y lúdicas), para terminar con una convivencia entre usuario y naturaleza que acepte las condiciones de agrietamiento en Xochimilco, todo esto con el objetivo de generar más alternativas sensibles a las problemáticas que lo aquejan.

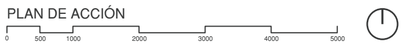


Señalar la grieta a lo largo del suelo de transición para crear conciencia de su existencia e importancia.

Intervenir zonas con presencia de grietas y áreas abiertas para generar nuevos espacios de resiliencia.

Consolidar las "pequeñas acciones" a lo largo del suelo de transición.

Convivencia y aceptación de las condiciones de agrietamiento por parte de los habitantes de Xochimilco.



Estas cuatro acciones pretenden establecer los lineamientos sobre los cuales propuestas de distintas ramas pueden impactar positivamente en la situación de hundimientos y grietas en Xochimilco. El objetivo del plan de acción es buscar adaptar la ocupación del territorio a sus condiciones naturales y mitigar las problemáticas que lo aquejan; las intervenciones que se presenten en la zona de transición deben considerar las cualidades naturales del sitio y entender los elementos que lo conforman profundamente. El plan de acción describe los puntos que se buscan implementar en cualquier intervención. Para desarrollar mayormente cada punto es necesario estudiar la forma específica de implementar el plan en un sitio.

De esta forma, resulta relevante señalar **zonas de potencial** para la implementación del plan en una intervención urbano - arquitectónica. Con el estudio de la zona de transición realizado en el **plan maestro** se ubicaron **tres polígonos que se caracterizaban por tener una fuerte presencia de grietas y hundimientos, en conjunto con otros elementos como pozos de extracción, áreas libres, equipamiento y que, además, hubieran sufrido daños considerables después del sismo 19S.** El análisis de estos tres polígonos de potencialidad en base a la información recabada en el plan maestro y en la definición de la situación del suelo en Xochimilco, puede señalar la zona dentro de la franja de transición donde una intervención puntual pueda concretar los resultados de la investigación realizada.

Dentro de estas tres posibles zonas de potencial sobresale el caso de San Luis Tlaxialtemalco. Al interior de este polígono se encuentra una **concentración importante de equipamiento público de la zona, infraestructura de abastecimiento hidráulico, grandes predios con áreas libres y vivienda**, y es sin duda uno de los **puntos con mayor presencia de grietas en Xochimilco**. Estos factores lo señalan como un sitio de importancia en cuanto al tema de grietas y hundimientos refiere, al igual que en el sentido urbano al contar con elementos de gran relevancia para el funcionamiento de la zona, como lo son el **Mercado de Flores** y el C**entro de Cultura Ambiental (CCA) Acuexcomatl**, uno de los tres centros educativos ambientales de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. En este polígono se presenta la posibilidad de intervenir una zona en la que conviven elementos de vivienda, equipamiento y espacio público, posibilitando una propuesta

GRAFICO 44. Plan de Acción para la Zona de Transición. Elaboración propia.

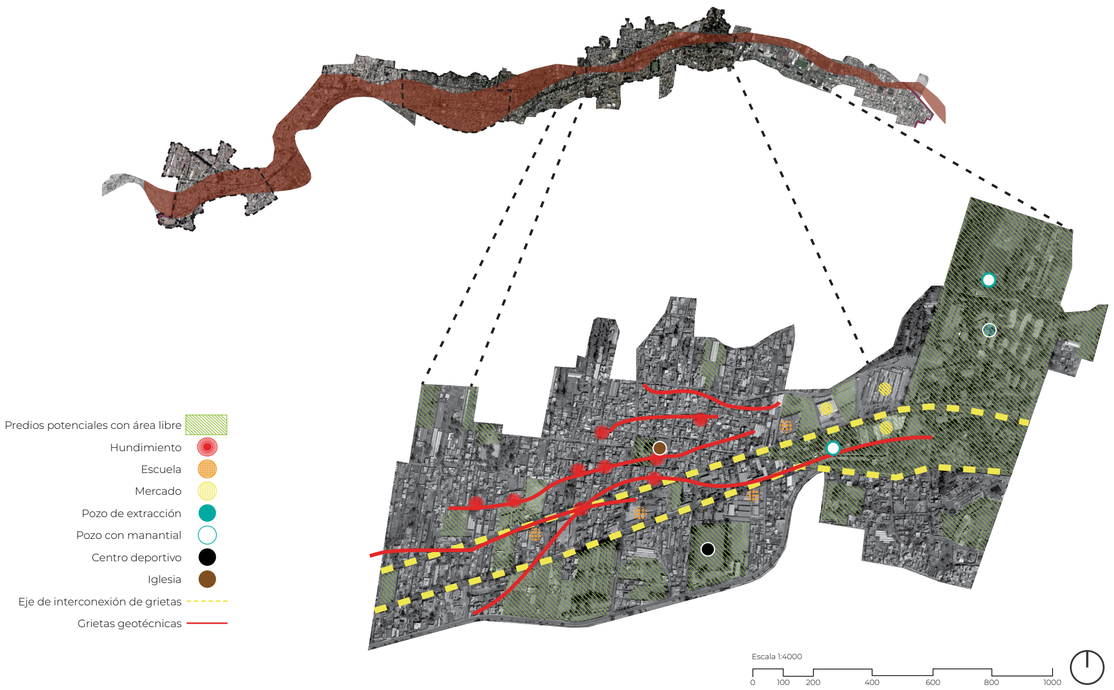


GRAFICO 45. Análisis de polígono potencial en San Luis Tlaxialtemalco. Elaboración propia.

que se enfoque en presentar alternativas y soluciones a cada tema en relación con las condiciones de suelo específicas que existen en el sitio.

El caso del pueblo de San Luis Tlaxialtemalco reúne todas las características necesarias para el cumplimiento de los objetivos del plan de acción, además de la posibilidad del desarrollo de propuestas alternativas de estructuras en un contexto directo de hundimientos y grietas que se manifiestan sobre predios potenciales de la zona.

Dentro del polígono se acentúa un sitio en donde todos los elementos de interés de la zona se presentan de forma puntual, la zona de equipamiento del pueblo enmarca predios con importancia urbana y natural, afectadas por la problemática de grietas y hundimientos. Esta zona se caracteriza por su gran cantidad de equipamiento, el Mercado San Juan Acuexcomatl no sólo cuenta con la capacidad de generar ingresos y crear actividades productivas para los habitantes de San Luis Tlaxialtemalco, sino que también es un vínculo directo con sus tradiciones en relación a las chinampas y al recurso del agua. Por otro lado se encuentra el Centro Cultural Ambiental Acuexcomatl (palabra náhuatl que significa “Tinaja donde brota el agua”), ubicado en el lugar del antiguo manantial más importante de la ciudad llamado “El Encanto”. El sitio alberga infraestructura importante que necesita de reestructuración y cuidado, como es el caso de las dos casas de bombas, que alguna vez sirvieron para abastecer de agua potable a la ciudad de México, un área libre, que ahora es un bosque por la cual pasa la grieta, una zona construida en deterioro debido al abandono, por la cual también pasa la grieta. Todo esto en vínculo directo con la zona de chinampas con la que tiene colindancia al norte.

Las características de este conjunto de predios lo señalan como un conjunto ideal para intervenir con una propuesta urbano - arquitectónica. **La selección de los predios potenciales se dirige debido a las posibilidades que otorgan todos los elementos que conforman la zona**, y las alternativas que pueden generarse en torno al equipamiento, construcción y espacio público en un contexto directamente relacionado a la grieta.



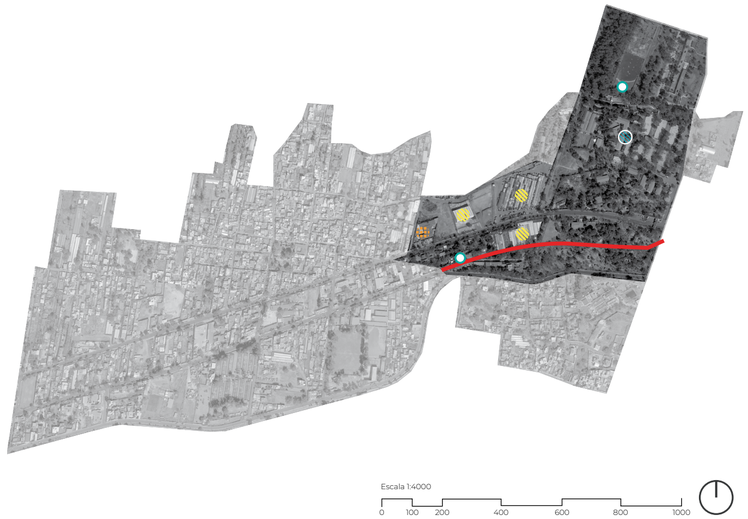


GRAFICO 46. Análisis de elementos presentes en el conjunto de predios potenciales de San Luis Tlaxialtemalco. Elaboración propia.



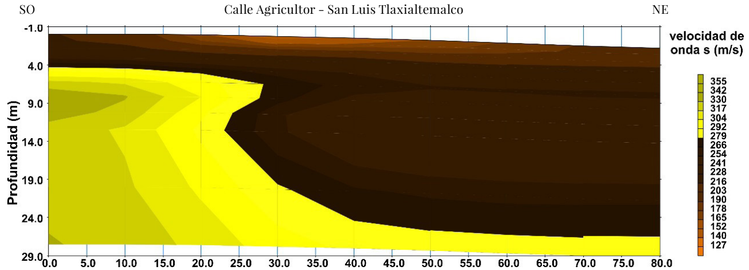
IMAGEN 80. Foto aérea de zona de intervención. FACEBOOK @Tlaxialtemalco Tlaxialtemalco San Luis. 2021

LA GRIETA GEOTÉCNICA EN SAN LUIS TLAXIALTEMALCO

En el polígono de San Luis Tlaxialtemalco existe uno de los puntos con mayor concentración de agrietamiento en todo Xochimilco, el área urbana del pueblo se ve completamente afectada por grietas que la atraviesan horizontalmente, a lo largo de toda la franja del suelo de transición. De igual manera, se presenta un número importante de hundimientos críticos, localizados en zonas completamente urbanizadas, en contacto directo con edificaciones. Este sitio ofrece la oportunidad de estudiar la relación de grietas y hundimientos de Xochimilco en el marco de un contexto urbano, que tiene un impacto directo en los inmuebles y las actividades diarias de sus habitantes.

Como lo señala la investigación del Dr. Gabriel Auvinet, es sustancial conocer el comportamiento del suelo en el sitio donde se plantea una intervención, entender el tipo de grieta que se presenta y las posibilidades que expone para actuar sobre ella. Por lo tanto, es necesario describir las características de la grieta presente, específicamente en la zona de San Luis Tlaxialtemalco. El estudio realizado durante la etapa de conformación del Atlas de Riesgos de la Ciudad de México, a cargo del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), desarrolló una serie de muestras de suelo a lo largo de la zona de transición para conocer con mayor certeza la ubicación (Mapa de Vulnerabilidad Física por el Fracturamiento del Suelo) y tipología de grietas en diversos puntos de interés, uno de los sitios levantados fue el pueblo de San Luis, por su calle Agricultores *(Ver "IMAGEN 81. Tipo de suelo. Zona de transición abrupta. CENAPRED." pag. 209)*.

Estas muestras fueron realizadas por el método de Georadar, en la que de forma lineal es posible extraer una imagen similar a una radiografía enviando ondas a través del suelo, la velocidad de viaje de esta onda determina si existen separaciones entre capas de suelo, su profundidad y dimensión. Bajo el mismo concepto es posible conocer el cambio de tipo de suelo, mientras que la velocidad del viaje de la onda determina la granulometría del suelo o roca que atraviesa, por lo que permite ubicar sus características. Con el resultado de estas



Resultado de las muestras del estudio geológico por medio de Georadar en la zona de San Luis Tlaxialtemalco.

El gráfico a la izquierda ilustra el cambio abrupto de tipo de suelo, la escala amarilla muestra las capas de piedra volcánica en donde la onda tiene mayor facilidad para viajar, la escala café señala el suelo lacustre, en donde la onda viaja con más lentitud. El gráfico inferior muestra la radiografía del suelo, donde las zonas con mayor concentración de color morado exponen los huecos que existen en capas subterráneas, por lo tanto, la presencia de grietas, que en su mayoría no tiene una presencia en la superficie del suelo. Fuente: CENAPRED

IMAGEN 81. Tipo de suelo. Zona de transición abrupta. CENAPRED.

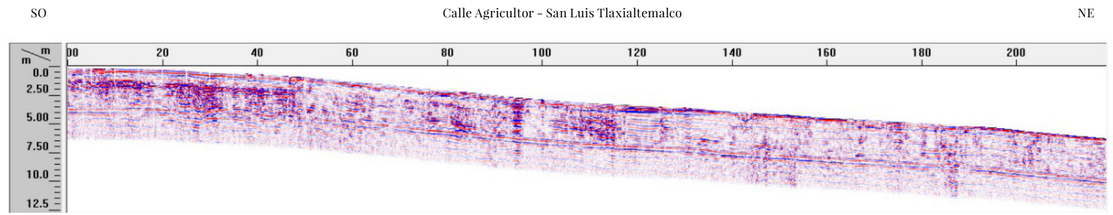


IMAGEN 82. Radiografía del suelo. Presencia de grietas en el subsuelo. CENAPRED.



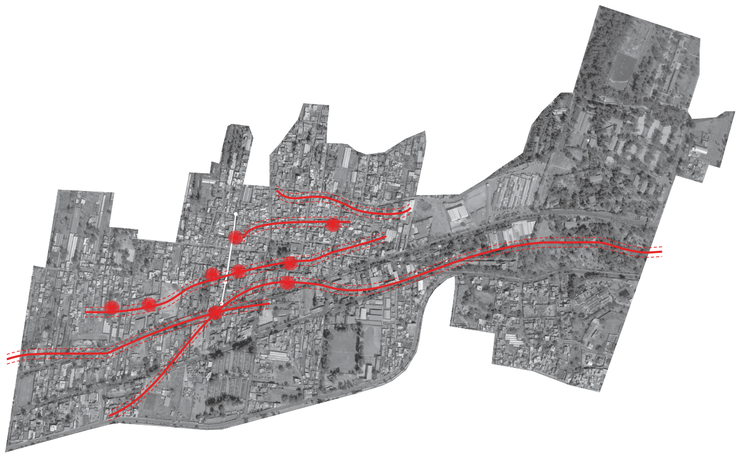


GRAFICO 47. Polígono de San Luis Tlaxialtemalco ubicando las áreas afectadas por agrietamiento y hundimientos puntuales. Mapa de elaboración propia en base a datos de Atlas de Riesgos del CENAPRED.

muestras se puede evaluar específicamente las condiciones de las grietas, sus posibles dimensiones y su tipología.

Las grietas presentes en San Luis Tlaxialtemalco son causadas por una zona de transición abrupta, este fenómeno sucede cuando en una distancia corta existe un cambio de tipo de suelo importante, en este caso, la roca de la zona de montaña al sur de Xochimilco y el suelo lacustre en la zona chinampera. **El hundimiento y compactación del suelo lacustre causa un movimiento desigual ante la rigidez de la roca presente en la zona de lomerío, resultando en grietas con alto riesgo de presentar escalones**. La línea de frontera entre ambos tipos de suelo es comúnmente el sitio donde se presenta el escalón, las mayores separaciones o mayor susceptibilidad al agrietamiento.

La muestra obtenida con el georadar también proporciona una dimensión aproximada del ancho de la grieta, las existentes en la zona son de un ancho máximo de 20 metros. El efecto de las grietas en el suelo sigue el eje marcado, pero aumenta o disminuye de manera irregular dependiendo del punto específico que se analice. Para efectos de una intervención directa en la grieta es recomendable considerar el ancho máximo y plantear las soluciones con relación a éste.

Debido a la alta concentración de grietas y hundimientos en la zona urbana del pueblo, se define como un punto de partida de la propuesta el actuar en un sitio donde se pueda manejar una grieta aislada, esto permite mantener las variables del tema sujetas a un área en específico. El conjunto de predios señalados anteriormente recibe uno de los ejes de grietas geotécnicas más grandes y, a su vez, se conjuga con la presencia de equipamiento y espacio público, enmarcando un sitio idóneo para la implementación de soluciones arquitectónicas considerando todos estos elementos

CONCLUSIONES

A partir de los sismos de septiembre del 2017 la atención se volcó hacia el tema de las grietas, principalmente por falta de información; una preocupación latente por parte de los medios de comunicación masiva en torno al tema de las grietas se manifestó en el ambiente y dentro del ámbito de la edificación. El sismo generó efectos importantes, pero también vino a resaltar las grietas preexistentes y los puntos débiles de la ciudad (pavimentos, suelos y edificios).

A pesar de ser un problema histórico, el agrietamiento en la Ciudad de México persiste debido al hundimiento incesante acompañado de una clara falta de adaptabilidad por parte del hombre, en tanto a la habitabilidad y ocupación territorial refieren. Si bien la condición del hundimiento es “prácticamente irreversible”, al menos a corto plazo, resulta fundamental informarnos al respecto de su naturaleza y trabajar, en la medida de lo posible, con sus consecuencias. Esto es mediante la implementación de **acciones de adaptación y estrategias de mitigación**, acompañadas de **soluciones técnicas**, que serán traducidas en el desarrollo de medidas urbano - arquitectónicas.

La presencia de la problemática de hundimiento y agrietamiento presente no sólo a lo largo de la zona de transición, sino con una mayor notoriedad en zonas de transición abrupta, como lo es el caso de Xochimilco, aunado a las características naturales y de gran valor ambiental que poseen los predios potenciales de San Luis Tlaxialtemalco, seleccionados mediante el plan de acción presentado, nos otorgan una ventana de posibilidades para generar una propuesta urbano - arquitectónica, enfocada principalmente en resolver las cualidades y bondades del sitio, es decir, trabajar con las singularidades del lugar para implementar soluciones a los problemas que lo atañen de raíz, como lo es la constante pérdida de patrimonio, equipamiento fracturado, un territorio dañado y el medio físico inadaptado, siempre sujetos a la amenaza que representan el suelo vivo y la vorágine del crecimiento urbano.



IMAGEN 83. Foto aérea de San Luis Tlaxialtemalco vista desde zona chinampera. FACEBOOK @Tlaxialtemalco Tlaxialtemalco San Luis. 2021

“Esto puede inspirar ciertos diseños y, sobretodo, aprender a vivir con el problema de una forma inteligente. Decir que un terreno no es construible es derrotista, porque siempre hay soluciones arquitectónicas”.

Dr. Gabriel Yves Armand Auvinet Guichard



CAPITULO 6 ANÁLISIS URBANO DEL POLÍGONO DEL PROYECTO

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



IMAGEN 84. Foto aérea de zona de intervención. FACEBOOK @Tlaxialtemalco Tlaxialtemalco San Luis. 2021

CAPÍTULO 6

Estudio urbano de San Luis Tlaxialtemalco, problemáticas y potenciales detonantes de propuestas arquitectónicas.

Xochimilco cuenta con 14 pueblos originarios siendo uno de ellos San Luis Tlaxialtemalco, éste se encuentra ubicado en el sureste de la actual zona chinampera. El pueblo de San Luis es un asentamiento ribereño del antiguo lago de Xochimilco, situado cerca del manantial de Acuexcómac (*Acuexcómatl*, palabra náhuatl que significa "*tinaja donde brota el agua*"), que hasta mediados del siglo XX fue el más caudaloso de la Cuenca de México. El origen de este pueblo es resultado de una congregación indígena llevada a cabo durante "las fiestas de Santiago", el 25 de julio de 1603, en donde las comunidades de los Cuaxoxtentli, Acoxpanecos, Cintatlalpan y Xochitepetl fueron unificadas para **establecerse al margen del manantial de Acuexcómac, actualmente el Bosque de San Luis Tlaxialtemalco.** A sus pobladores se les denominó "*petlaxiles*": el que construye petates, quienes hicieron uso de la abundancia de los tules que producía la "ciénega", además de dedicarse a la pesca, caza y a la agricultura de chinampas y terrazas.[27]

En el año 2006, al margen de la celebración de los 400 años de fundación del pueblo, se recuperaron cuatro manuscritos indígenas que cuentan el proceso de conformación de San Luis Tlaxialtemalco. El primero narra la cesión de tierras por parte de Hernán Cortés y su confirmación por parte del virrey Luis de Velasco para el establecimiento de los pobladores en la zona; el segundo habla de los conflictos generados durante el movimiento y despojo de territorio; el tercero remite a la historia de los primeros momentos de reacomodo poblacional y establecimiento de asentamientos congregados por distintas

27. Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). Gaceta Oficial del Distrito Federal. No. 1906 Décima Séptima Época, 17-20. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

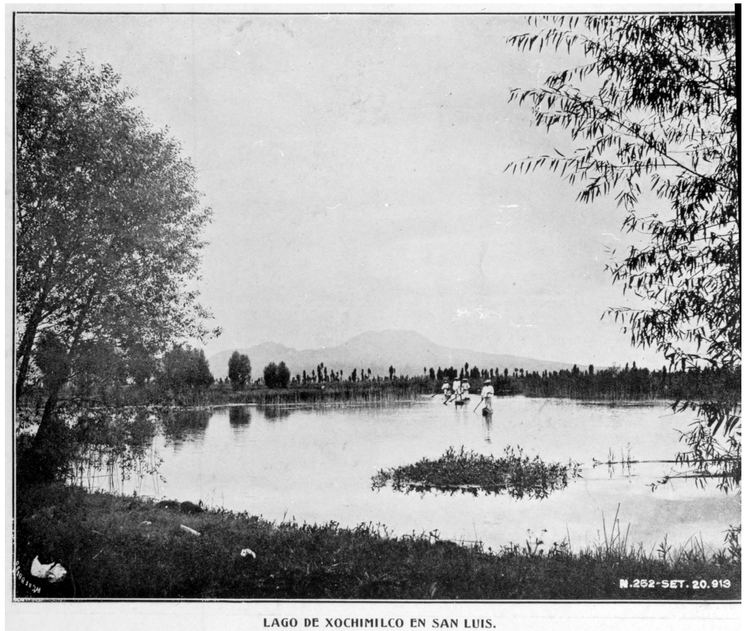


IMAGEN 85. Antiguo Lago de Xochimilco visto desde San Luis Tlaxialtemalco. Hermanos Müller. (1913).

comunidades, que fueron desplazados con un sentimiento de profunda tristeza. Por último, el cuarto manuscrito contiene una crónica de la historia del sitio, desde la llegada de los españoles hasta las primeras inundaciones del siglo XVII. Estos documentos, originalmente escritos en náhuatl, narran la historia de la formación de San Luis Tlaxialtemalco y también han sido parte importante en la construcción de la identidad colectiva del pueblo.

La ubicación geográfica de San Luis Tlaxialtemalco lo abastece de grandes recursos naturales, que originalmente fueron aprovechados por sus pobladores para realizar sus actividades, sin embargo, esta riqueza también fue explotada por la ciudad al instaurar obras de infraestructura que paulatinamente han deteriorado el entorno natural del pueblo. **La política de desecación de lagos y manantiales para el abastecimiento de la población en la ciudad, instaurada por el presidente Porfirio Díaz, logró implantar infraestructura en San Luis y otros pueblos originarios. El acueducto, pozos de extracción y casas de bombas se encuentran presentes en distintas partes del sitio manteniendo operacional esta práctica de explotación de recursos.**

El manantial de Acuexcómac fue el principal objetivo de desecación en esta zona al presentarse como uno de los más grandes. El Dr. Antonio Peñafiel lo describe en su estudio del recurso hídrico realizado en 1884, denominado “Memoria sobre las Aguas Potables de la Ciudad de México”, como:

“El ojo de agua de San Luis está situado en la falda boreal del cerro del Teutli, cerca del pueblo de aquel nombre y en situación análoga al anterior, observado a las tres de la tarde del mismo día 6 de Abril, tiene de ancho como 20 m y de profundidad 11 metros, 75 cm, teniendo una temperatura profunda de 21º c. y 4º, 5 hidrotimétricos. Este manantial es el más corpulento de todos los que hemos observado en el Valle de México; su canal de derrame es de 10 m de ancho por 2 de profundidad”. (Peñafiel, 1884, p.73)[28]

También, el Dr. Peñafiel específica la importancia de la protección de cuerpos de agua y advierte la desecación de los lagos:

“La desecación de los lagos de Xochimilco y de Chalco traería como consecuencia inmediata un terreno ardiente y sin vegetación, situado en la dirección de los principales vientos que bañan la ciudad, el azolve y desaparición de los manantiales del Sur de Xochimilco, único recurso de estabilidad que tiene la ciudad de México para subsistir dotada de la cantidad necesaria de agua potable”. (Peñafiel, 1884, p.78)[29]

28. Peñafiel, A. (1884). Memoria sobre las aguas potables de la capital de México: Dirección General de Bibliotecas. Recuperado el 21 de abril del 2021, de https://mexicana.cultura.gob.mx/

29.) --------- (1884). Memoria sobre las aguas potables de la capital de México: Dirección General de Bibliotecas. Recuperado el 21 de abril del 2021, de https://mexicana.cultura.gob.mx

Actualmente en el territorio que ocupaba el manantial se encuentra el bosque de San Luis, una de las áreas verdes más grandes de la zona, por lo que este sitio sigue siendo de gran importancia ambiental para Xochimilco y sus pueblos originarios.

San Luis Tlaxialtemalco es un pueblo con historia, ligada a los recursos y cualidades del territorio en donde antes se asentó el pueblo, la ciénega y zona chinampera siempre ha estado presente en la vida de los “petlaxiles”, juntamente con el manantial y el bosque, que es donde todo inicia como pueblo originario con una identidad propia de Xochimilco.

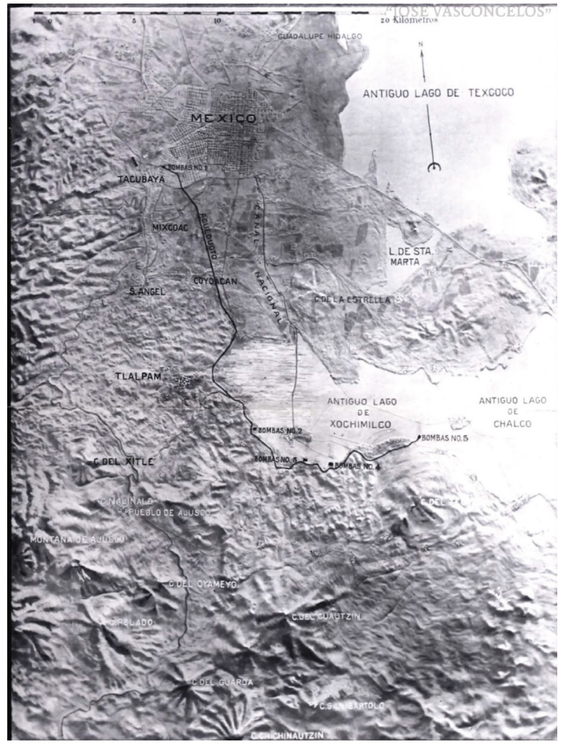


IMAGEN 86. Mapa de trazo y ubicacion de acueducto. (9) Marroquin y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y DESARROLLO URBANO

El trazado del acueducto tuvo como punto de partida a la delegación de Xochimilco, tanto por la calidad de su agua como por su abundancia. Los manantiales eran abundantes en la localidad, nacían entre la falda de la sierra del Cuauhtzin y también a orillas del lago, incluso dentro del mismo. La importancia de éstos residió en que lograban mantener el agua limpia de los canales de las chinampas (red canalera), así como la de los propios lagos. Por sus características de agua corrediza, propiciaban la presencia de fauna acuática comestible, el crecimiento de plantas y flores, como el tule, que por su resistencia se utilizaba en la elaboración de petates o en los tejidos de las bases de asientos de sillas; además de servir para regar los sembradíos de las chinampas. Lo anterior indica la estrecha relación que tuvieron los habitantes de Xochimilco con su medio ambiente.

El aumento de la población de la ciudad de México a principios del siglo XX trajo consigo la necesidad de un mayor abastecimiento de agua potable. Por la cercanía que había con Xochimilco, el entonces presidente Porfirio Díaz, decidió entubar los manantiales para abastecer de agua potable a la cada vez más grande urbe, en especial a las colonias recién formadas.

El proyecto del acueducto de Xochimilco estuvo a cargo del ingeniero Manuel Marroquin y Rivera, quien lo presentó en 1901 al Ayuntamiento y este fue aprobado en 1902. La construcción inició el 18 de julio de 1905 y concluyó en 1914.[30] Dicho proyecto consistió en captar 2,100 litros de agua por segundo de los manantiales de Xochimilco mediante un sistema de bombas que canalizaría el agua a través de un acueducto cerrado de 26 kilómetros, hasta llegar a la casa de bombas de la Condesa para su distribución a la ciudad de México.

Marroquín propuso construir el acueducto con mampostería y unos revestimientos de ladrillo; pero esta estructura no consideraba los asentamientos y temblores que eran de temerse en el valle de México. Como en aquel tiempo empezaba a difundirse el uso del concreto armado, se realizaron estudios con este material para determinar la sección adecuada. Así, se seleccionó el arco parabólico (ovoide)

30. Peralta Flores, A. (1991). El Acueducto de Xochimilco. Boletín de Monumentos Históricos, núm. 13, 20–35. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/issue%3A1953

para construir el acueducto principal que iba de la planta de la Condesa a un punto situado a 26,700 m de dicha instalación, enfrente de la obra de captación de San Luis; y la sección circular para un acueducto de menor sección, destinado a conducir las aguas de San Luis a lo largo de 6,455 m.[31]

Para el caso del acueducto circular de San Luis, se aprovechó la experiencia adquirida en la construcción del resto del acueducto ovoide y, en vista de los resultados que se habían registrado durante los temblores anteriores, se modificó el sistema de armaduras del concreto, añadiendo un doble armado constituido por barras corrugadas de acero. **El sistema adoptado para apoyar el tubo circular sobre el terreno fue por medio de pequeños macizos, de concreto armado, de 0, 20 m de grosor, a distancias de 1,70 m en el sentido longitudinal del acueducto.** Dicho sistema de apoyos brindó buenos resultados, por las características del terreno sobre el cual se asentó. **La adición de ranuras, es decir, entre calles o juntas, a cada 20.40 m de la tubería, le otorgó al acueducto la libertad para encogerse durante los movimientos de asentamientos irregulares.**

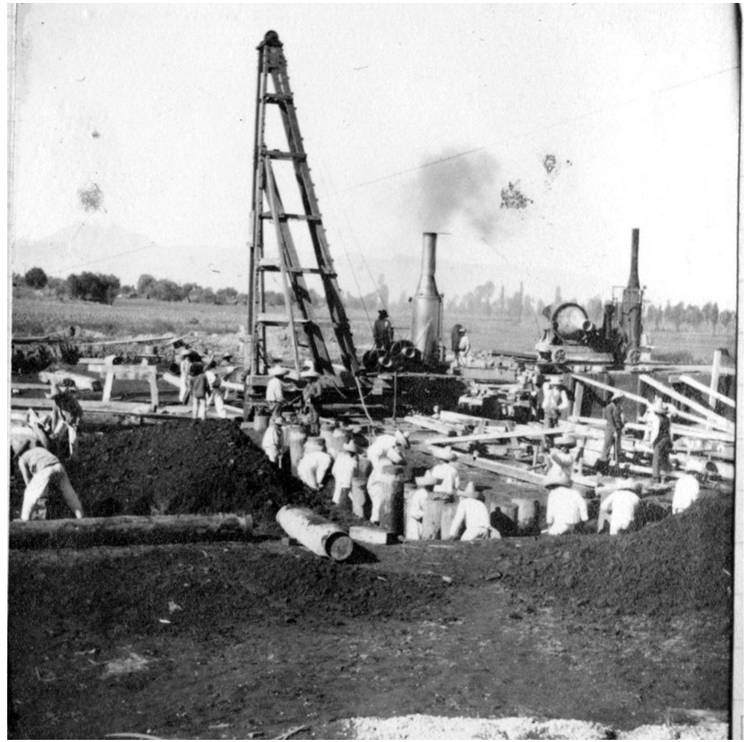
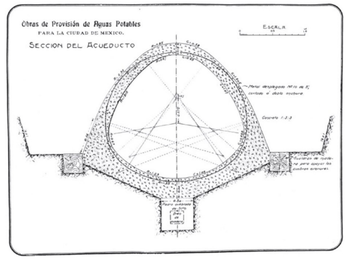


IMAGEN 87. Balsa sobre el agua de la excavación. https://www.facebook.com/sanluistlaxialtemalco.tlaxialtemalco/photos/3095206750590876

31. Peña Santana, P. y Levi Lattes, E. (1989). Historia de la hidráulica en México: Abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el Porfiriato. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/965



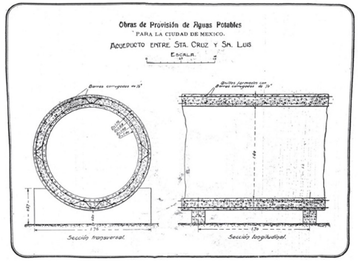


IMAGEN 88. Sección ovoide y circular del acueducto. Peña Santana, P. y Levi Lattes, E. (1989). Historia de la hidráulica en México: Abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el Porfiriato. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/965



Modelo de Acueducto sometido a la acción de pesos para comprobar su resistencia.

IMAGEN 89. : Modelo de acueducto sometido a la acción de pesos para comprobar su resistencia. Fuente: Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.



Vista de un tramo de Acueducto ya terminado.

IMAGEN 90. Acueducto terminado. Fuente: Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

A partir de un fuerte temblor que se registró el 14 de abril de 1908, el cual produjo numerosas grietas en ciertas calzadas y caminos, se demostró que era necesario contemplar precauciones para la cimentación de la obra si no se quería verla expuesta a accidentes durante futuros temblores. Se optó entonces por añadir anillos de fierro colado, que no estuvieran rígidamente unidos al concreto, sino que permitieran pequeños movimientos de deslizamiento y flexibilidad a la estructura.

"Las observaciones relativas a los asentamientos se continuaron durante un periodo de tiempo bastante largo, desde 1908 hasta 1910, e hicieron ver que los movimientos de descenso se acentuaban durante los temblores..." (Marroquín y Rivera, 1914, p.474)

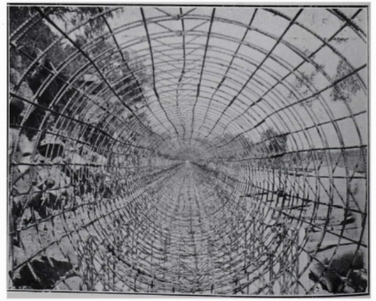
En la época en que se construyó el acueducto y, debido a los asentamientos registrados, independientemente de los temblores, los ingenieros mexicanos comenzaron por preocuparse de las condiciones en que debían ejecutarse las nuevas obras en terrenos de la Ciudad de México. Muchas construcciones antiguas daban señales evidentes de asentamiento, y todas ellas habían sido dañadas por los efectos producidos por la compresibilidad de las capas de terrenos en que se encuentra asentada la ciudad, es decir, por causa del hundimiento regional.

"Los asentamientos del terreno se han registrado, sobre todo, en los años que siguieron a la conclusión de las obras del desagüe del valle, y del saneamiento de la Ciudad de México, demostrando esto claramente que la desecación de las capas superficiales del terreno en que están cimentadas las construcciones, produjo un efecto de reducción del volumen ocupado por dichas capas." (Marroquín y Rivera, 1914, p.478)

La teoría admitida por los ingenieros consistió en que la cimentación debía hacerse empleando plataformas de distribución que redujeran cuando menos a medio kilo por centímetro cuadrado la presión resultante sobre el terreno, de esta manera la carga sería lo suficientemente pequeña para que los efectos debidos al asentamiento disminuyeran considerablemente, y en todo caso afectarían de modo uniforme a las nuevas edificaciones. De acuerdo con esta teoría, el acueducto se encontraba en buenas condiciones, dado que la carga había sido reducida lo mayor posible con la utilización del sistema de apoyos mencionado anteriormente y, por otro lado, la construcción de cemento armado.



Un tramo de armadura ya completa.



Vista tomada en el interior de una armadura.

IMAGEN 91. Armadura completa. Fuente: Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

IMAGEN 92. Vista interior de armadura. Fuente: Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

PATRIMONIO CULTURAL

En las grandes obras públicas porfirianas se utilizaron, por primera vez, sistemas y materiales constructivos a base de acero y concreto. Muchas de ellas requirieron de todo tipo de elementos de acero, como también fue el caso de la construcción del acueducto. Las casas de bombas fueron hechas con cimientos de concreto reforzado, muros de mampostería de concreto, techo de acero y acabados de cantería. Por su importancia histórica y arquitectónica, están registradas en el *Catálogo de Monumentos Históricos Inmuebles de la Delegación Xochimilco* de 1987 y 2007, respectivamente, elaborado por el INAH. El acueducto de Xochimilco, como arquitectura e ingeniería hidráulica se equiparó en su momento con las grandes construcciones de este tipo que se estaban construyendo en Estados Unidos y Europa. No obstante, la introducción de nueva tecnología afectó seriamente el medio de subsistencia de los lugareños, que de un momento a otro vieron con sorpresa y preocupación cómo desaparecían los manantiales que daban vida a sus chinampas y lagos. El agua cesó y así comenzó el colapso ecológico del paisaje natural y cultural que había perdurado por siglos.

Para llevar el agua desde los manantiales de Xochimilco se optó por bombear las aguas a poca altura, conducirlas por medio del acueducto a gravedad hasta una planta de bombeo principal, y de allí distribuirla a la ciudad, por lo que fue necesario construir varias plantas de bombeo. **Las casas de bombas se construyeron sobre los manantiales más grandes, ubicados en los pueblos de San Luis Tlaxialtemalco (Acuexcómac), Santa Cruz Acalpixca, Santa María Nativitas Zacapan y la Noria en Tepepan**; tuvieron construcciones anexas como la casa de los mecánicos y la caseta, donde se controlaba el excedente de agua. El ornato fue un elemento importante en las edificaciones, destacándose las fuentes, las cabañas para comer, los jardines y unas esculturas de lagartos que flaqueaban las entradas de las casas de bombas.[32] Con el fin de derramar agua hacia el exterior del acueducto, para evitar una presión considerable en el interior del mismo, se construyeron vertedores. Con estos se podía dejar suficiente agua, teniendo cuidado con la presión interna, para que, en caso de que se suspenda el bombeo, no se interrumpa el servicio y para que, al restaurarse el mismo, el régimen hidráulico se restablezca enseguida. **Los vertedores de la Noria, Nativitas, Santa Cruz y San Luis estaban provistos de canales de desfogue que conducían las aguas sobrantes al lago de Xochimilco.**[33]

32. Peralta Flores, A. (1991). El Acueducto de Xochimilco. Boletín de Monumentos Históricos, núm. 13, 25. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/issue%3A1953

33. Peña Santana, P. y Levi Lattes, E. (1989). Historia de la hidráulica en México: Abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el Porfiriato. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/965

34. Aforo. s m. Cálculo que se hace de la cantidad de agua, líquido o gas que circula por una corriente o tubería, o de la capacidad de un recipiente. Diccionario del Español de México. (s.f.). Recuperado el 19 de enero del 2021, de https://dem.colmex.mx/Ver/aforo

35. Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.



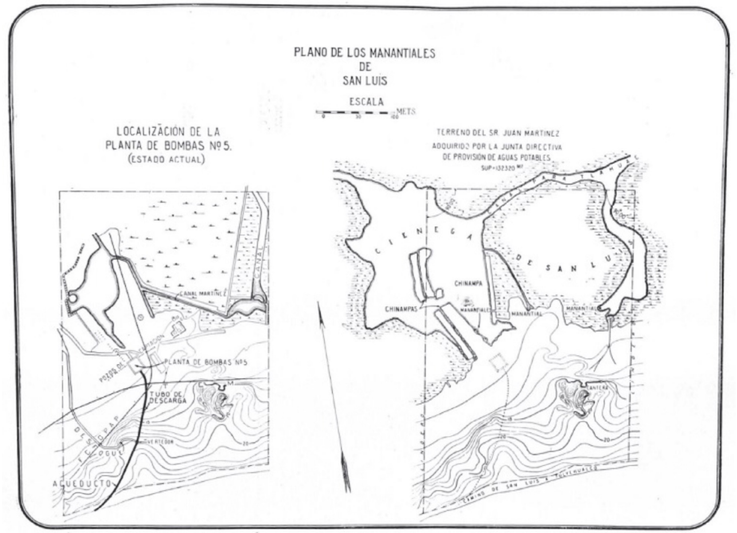
El edificio de la Planta de Bombas Núm. 5, en San Luis, es la Obra de Captación más lejana del proyecto del acueducto. Se eligió la localidad de San Luis como resultado de los aforos [34] realizados por la Comisión de Ingenieros, nombrada por la 'Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas', como parte de los Estudios Preliminares de las obras de captación. Los manantiales aforados, conocidos con el nombre de San Luis y que los indígenas conocen con el nombre de Acuexcomatl.

"consisten en varias bocas situadas en oquedades, algunas de ellas bastante profundas, de las que sale un gran caudal de agua cuyo nivel es igual al del lago de Xochimilco. Estos manantiales nacen en una ciénega que puede considerarse como formando parte del mismo lago, pues solamente queda descubierto el terreno en los años de bajos niveles." (Marroquín y Rivera, 1914, p.249)[36]

Además de las medidas obtenidas de los manantiales, se ejecutaron diversos sondeos en tierra firme, en los que se pudo encontrar

IMAGEN 93. Edificio de la planta de bombas Num. 5 en San Luis . Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

que las aguas subterráneas podían alcanzarse fácilmente con pozos de profundidad relativamente pequeña, tan solo 10 metros, para poder obtener una abundante salida de agua. Se descubrió también que las perforaciones allí eran muy sencillas debido al tipo de suelo, conformado principalmente por capas de aluviones [35], cenizas volcánicas y luego, a unos 3 metros de profundidad, capas de tepetate cuya perforación es sencilla. Desde que se observaron estas condiciones se determinó que era muy factible ejecutar una obra de captación en dicho lugar con un bajo costo.



Este plano muestra la localización de los acueductos colectores, la disposición de la planta de captación (casa de bombas) y su situación respecto a los manantiales de San Luis, así como respecto al acueducto que conducía las aguas bombeadas hacia la Ciudad

IMAGEN 94. Plano de los manantiales de San Luis. . Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

36. Aluviones. s m. pl Depósito formado por numerosos fragmentos de roca que han sido transportados por aguas corrientes. Diccionario del Español de México. (s.f.). Recuperado el 19 de enero del 2021, de https://dem.colmex.mx/Ver/aluviones

PROBLEMÁTICA ACTUAL

Hoy en día se conoce al pueblo de San Luis como uno de los principales productores y abastecedores de plantas y flores de ornato, sin embargo, hace 25 años, el poblado era una de las primeras fuentes de abastecimiento de legumbres de la ciudad.

En la década de los sesenta se agotó el manantial y el amplio terreno que lo rodeaba se utilizó para instalar un vivero de plantas y árboles para abastecer a los parques y jardines del Distrito Federal. Al dejar de funcionar el vivero, por la gradual aparición de otros en diferentes partes de la ciudad, las autoridades dedicaron este espacio para establecer el Centro de Educación Ambiental Acuexcomatl, lugar donde se capacita a las nuevas generaciones para cuidar el medio ambiente.

“La ciudad de México tiene una deuda muy grande con el pueblo de San Luis Tlaxialtemalco, de aquel manantial ya no queda más que un montón de piedras en medio de un enorme terreno, con poca agua en su interior. Actualmente es posible observar los canales del Acueducto en el pueblo.”

La demanda de agua es tan grande que el acuífero del sureste del valle de México ha sido sometido a la sobreexplotación mediante la perforación de pozos con profundidades de 200 a 400 m. Existen 77 pozos en operación, que sirven para el abasto de agua potable de los usuarios de la Delegación Xochimilco y de otras delegaciones colindantes. La problemática del agua se manifiesta en los efectos derivados de la desaparición de manantiales y de corrientes superficiales; sobreexplotación del acuífero; procesos de desecación y compactación de arcillas; cambio en las dinámicas hidráulicas e inundaciones; desaparición de canales y apantles; crecimiento excesivo de lirio acuático.[37]

Es importante mencionar que la población que vive de manera irregular en la zona chinampera que presenta hundimientos, se encuentra en una situación de riesgo porque las construcciones habitacionales están contribuyendo a aumentar el peso del suelo.

37. Caraballo, C. y López Lara, A. (2006). Un proceso de gestión participativa, México, UNESCO, GDF, Delegación Xochimilco. En Ciro Caraballo Perichi (coord.), Un espacio para la coordinación, (pp. 171–179). Xochimilco, México.

LOCALIZACIÓN DE PREDIOS POTENCIALES

La elección de predios potenciales para la implementación de una propuesta arquitectónica se basa en el estudio de la problemática principal de grietas, en San Luis Tlaxialtemalco existe una presencia fuerte de agrietamientos y hundimientos directamente en la zona urbana que afecta a inmuebles e infraestructura, además, esta situación aumentó de manera exponencial debido al sismo 19S. Por esta razón, la localización de predios potenciales se estructuró bajo la premisa de encontrar una zona afectada por las grietas pero que no presente dificultades para intervenir, que permita generar y gestionar propuestas alternativas para la ocupación de un territorio vulnerable, así mismo que tenga conexión con el equipamiento e infraestructura de la zona y que cuente con un significado importante para los habitantes del pueblo. De esta forma se señalaron un conjunto de predios localizados al sureste del pueblo, ubicados dentro del polígono C del Plan Maestro, en donde se presentan todas las características enumeradas anteriormente. *(Ver "GRAFICO 37. Plan maestro - Polígonos de acción . Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016)." pag. 159)*

Estos predios se ubican en la zona de transición con presencia de una grieta de gran tamaño la cual atraviesa de este a oeste lo largo de todo el terreno, esta grieta la cual inicia en la zona suroeste del pueblo pasa por el bosque de San Luis y las edificaciones del predio contiguo. También, es un punto importante para las actividades económicas del pueblo, aquí se encuentra el mercado de flores y anteriormente un mercado de alimentos, de igual forma, existe equipamiento educativo y recreativo, con presencia de una escuela y un centro educativo. Por último, incluye por completo el bosque de San Luis, que representa importantes valores de la cultura de los "petlaxiles", debido a su importancia histórica como manantial y actualmente como punto de recreación, considerando también sus aportaciones ambientales a la zona.

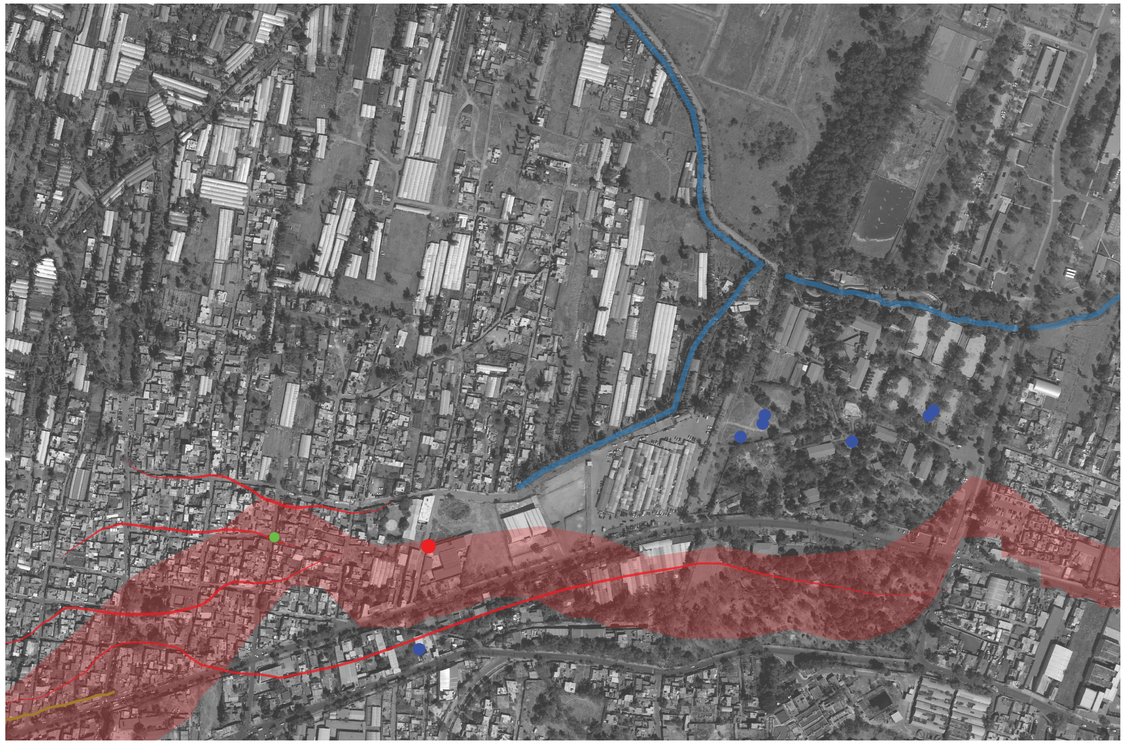


GRAFICO 48. Polígono de proyecto - Zona de transición, presencia de grietas y pozos de extracción. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018).



GRAFICO 49. Polígono de proyecto – Mapa base. Elaboración propia a partir de "Catastro de la Ciudad de México". SEDUVI. (2013). y Google Earth.



GRAFICO 50. Polígono de proyecto – Predios potenciales. Elaboración propia a partir de imagenes de Google Earth.

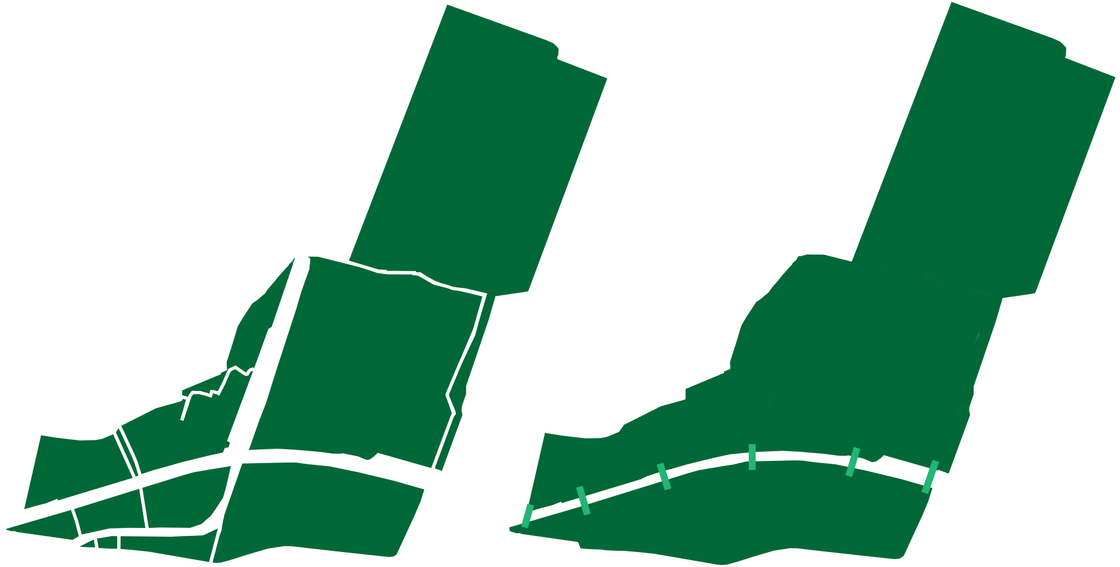
Los predios se encuentran conectados directamente con la zona chinampera al norte por medio de canales y debido a la actividad de venta de flores en los mercados, por lo que representa también una oportunidad de actuar de manera indirecta sobre las chinampas y a su vez atraer los valores de identidad colectiva hacia la zona urbana del pueblo de los que paulatinamente se ha alejado debido al crecimiento urbano y consolidación de la modernidad en Xochimilco.

La conjunción de las características individuales de cada predio muestra el potencial de presentar alternativas para cada punto analizado y crear un conjunto urbano unificado.











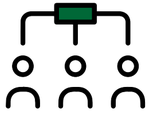


GRAFICO 51. Diagrama – Unificación de predios potenciales. Elaboración propia.



Calle y número: Av. Año de Juárez 9701
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: 38919.0 m²
Uso de suelo: Áreas verdes (AV)

Calle y número: Juárez 11
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: 1540.0 m²
Uso de suelo: Habitacional Mixto (HM 3 30)

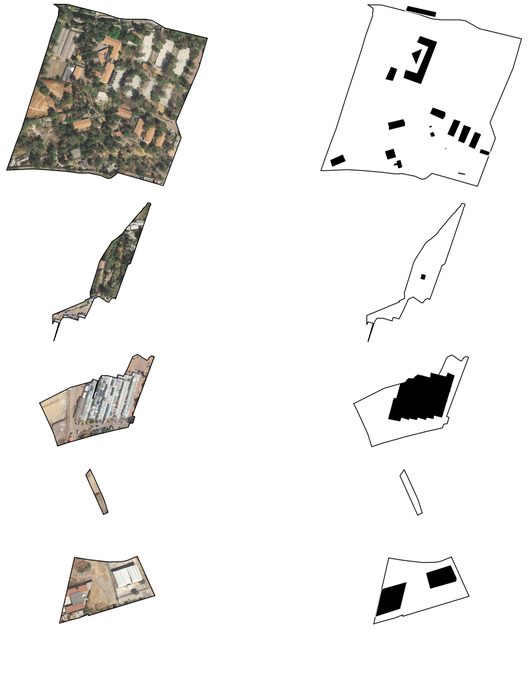
Calle y número: Acuexcómac 15
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: 7575.0 m²
Uso de suelo: Habitacional Mixto (HM 3 30)

Calle y número: Acuexcómac 37
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: 11727.0 m²
Uso de suelo: Habitacional Mixto (HM 3 30)

Calle y número: Av. 5 de Mayo 14
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: 339.0 m²
Uso de suelo: Habitacional Mixto (HM 3 30)

Calle y número: Acuexcómac 16
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: 785.0 m²
Uso de suelo: Habitacional Mixto (HM 3 30)

Calle y número: Acuexcómac 16
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: -
Uso de suelo: Habitacional Mixto (HM 3 30)



Calle y número: Av. Año de Juárez 9700
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: -
Uso de suelo: Sin Zonificación

Calle y número: -
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: 1051.0 m²
Uso de suelo: Producción RuralAgroindustrial (PRA)

Calle y número: -
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: 11724.0 m²
Uso de suelo: Producción RuralAgroindustrial (PRA)

Predio sin informaciòn

Calle y número: Chinampa s/n
Colonia: San Luisi Tlaxialtemalco
Superficie: 2110.0 m²
Uso de suelo: Producción RuralAgroindustrial (PRA)

GRAFICO 52. Diagrama - Caracteristicas de predios potenciales. Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Información Geográfica de SEDUVI. (2019).

ESTADO ACTUAL DEL SITIO

Los predios potenciales elegidos se concentraron en 4 bloques colindantes el uno con el otro, de esta forma las estrategias y propuestas establecidas pueden ser concentradas en una zona específica que se relaciona directamente con todos los elementos que la conforma.

En la parte norte se encuentra una zona de equipamiento importante relativamente bien conservada, en la zona noroeste se localizan los mercados y en el noreste, una reciente renovación de un centro educativo; en la parte sur existe una zona importante de equipamiento e infraestructura en estado de deterioro o abandono, de lado suroeste el anexo del mercado de flores y fábricas, de lado sureste el área natural del bosque de San Luis. Justo por el centro de estos bloques pasa la Avenida Año de Juárez, dividiendo en norte y sur el sitio analizado.

Como parte del análisis urbano de la zona y los predios potenciales se realizó un desglose del estado actual del sitio, de esta forma se crea un entendimiento mayor de las circunstancias y elementos que la propuesta final debe considerar. Cada bloque muestra características únicas que definen su situación actual, a continuación se describen los elementos que constituyen cada uno de los bloques:



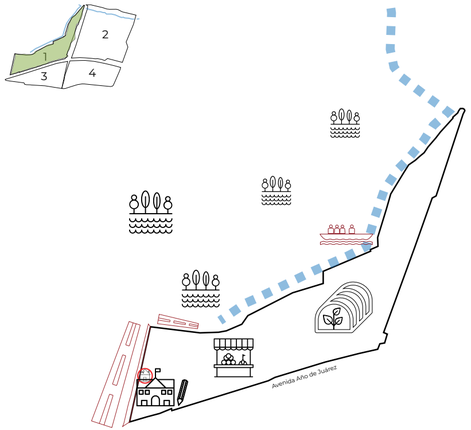




IMAGEN 95. Estado actual - Bloque 1 - Vista del Mercado desde chinampas. Iván Rangel Padron (2017)

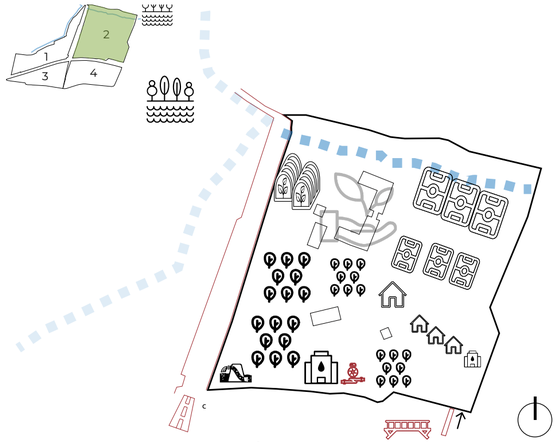
IMAGEN 96. Estado actual - Bloque 3 - Vista de la calle Acuexcomax. Iván Rangel Padron (2017)

IMAGEN 97. Estado actual - Bloque 4 - Vista de la bodega del parque. Iván Rangel Padron (2017)



Bloque 1

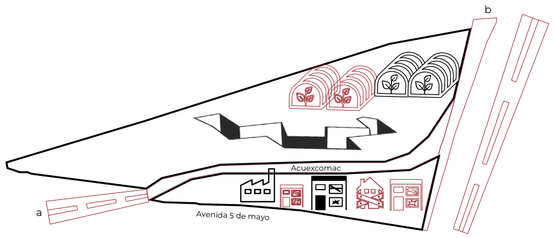
Aquí se establece el mercado de flores Acuexcómatl, sitio de gran importancia para las actividades económicas del pueblo, al oeste se encuentra un mercado de alimentos que, a pesar de encontrarse en buenas condiciones, no fue usado desde su construcción, también se encuentra un jardín de niños, con daños causados por el sismo 19S. Al norte del bloque se encuentra un canal con conexión a la zona chinampera actualmente cegado, con presencia de un embarcadero también en desuso. Colinda al sur con la avenida Año de Juárez que es el único acceso a los equipamientos, existe una calle sin pavimentar que rodea el predio, usada como ruta de transporte de productos hacia el mercado y como conexión a los habitantes de la zona chinampera urbanizada al sur.



Bloque 2

Este predio limita por completo el Centro de Educación Ambiental Acuexcómatl, sitio que alberga espacios y canchas deportivas, edificios de administración y talleres, invernaderos y huertos urbanos. También se encuentra una presencia importante de infraestructura, un cárcamo de bombeo de SACMEX activo y una antigua casa de bombas inactiva. El acceso principal se encuentra en la avenida Año de Juárez al sureste, justo a un lado se presenta el puente peatonal que viene del bosque de San Luis actualmente inactivo. Al norte colinda con la zona chinampera y un canal cegado, al costado oeste con un camino no pavimentado hacia el ejido y zona chinampera.



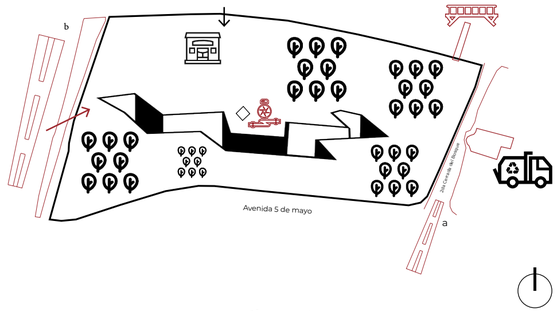


Bloque 3

En este bloque se encuentra el anexo del mercado de flores, este no se encuentra activo por completo por lo que algunos invernaderos se encuentran abandonados, de igual forma se presenta una franja de fábricas que actualmente está en desuso, a excepción de la fábrica de plásticos al oeste. Al norte colinda con la avenida Año de Juárez, al sur con la avenida 5 de mayo y justamente realizando un recorrido por el interior del bloque se encuentra la calle Acuexcomac, del costado oriente se encuentra un corredor peatonal que colinda con el bosque de San Luis pero que impide el ingreso. De manera horizontal atraviesa una grieta geotécnica afectando todos los elementos del bloque.



GRAFICO 53. Diagrama - Elementos de estado actual. Elaboración propia.



Bloque 4

Este predio limita por completo al bosque de San Luis que cuenta con un único acceso al noroeste, otro fue deshabilitado al costado oeste en el corredor colindante al anexo del mercado de flores. Dentro del bosque se encuentra una antigua casa de bombas deshabilitada, un salón de fiestas en uso y buenas condiciones, un centro de acopio y reciclaje en el este y un puente peatonal con acceso directo al bosque en desuso. Al norte colinda con la avenida Año de Juárez y al sur con la avenida 5 de Mayo, al costado este, se encuentra una cerrada con poco movimiento. De manera horizontal y recorriendo todo el centro del bosque de San Luis existe una grieta geotécnica que aparentemente no afecta a ninguno de sus elementos directamente.

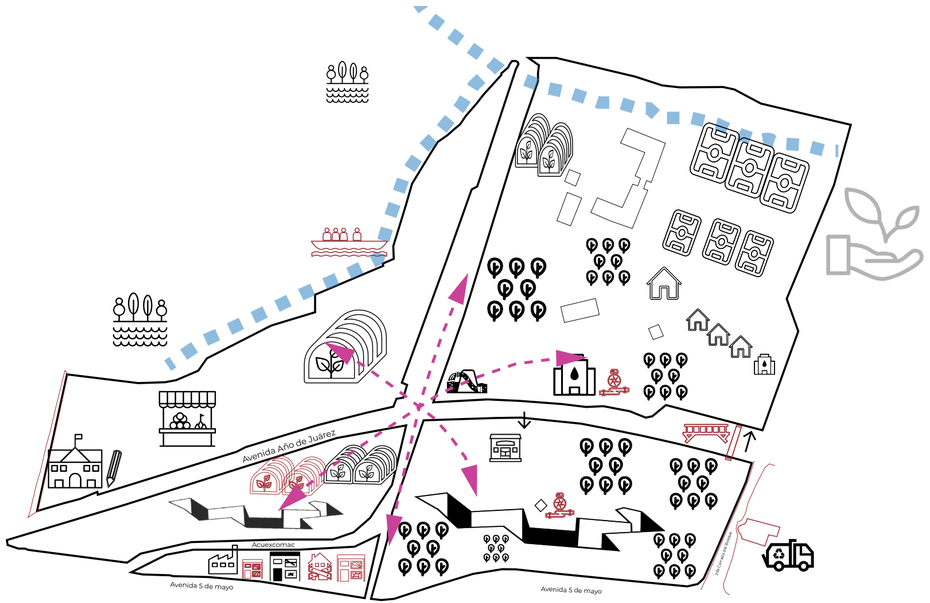


GRAFICO 54. Polígono de proyecto - Elementos de estado actual. Elaboración propia.

Presencia de equipamiento en estado de deterioro o abandono. Estructuras inadecuadas a condiciones del territorio.

Equipamiento rodeado por límites físicos, obstaculizando el tránsito peatonal, generando inseguridad, sitios innaccesibles con presencia de basura y creando sitios poco visitados por la población.

Movilidad reducida a la Av. Año de Júarez, con accesos puntuales que no conectan ninguna de las zonas de infraestructura. Presencia de agrietamiento en área construida y parte del bosque de San Luis.

El poligono presenta problemas de equipamiento en desuso, estructuras abandonadas e inadecuadas para la zona, las áreas son limitadas por barreras generadoras de segregación, espacio público no utilizado, una zona con poca integración entre sus partes y un contexto general que se debe adaptar a las nuevas condiciones de agrietamiento.

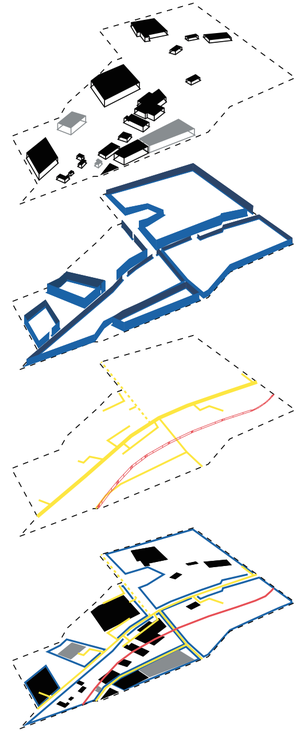


GRAFICO 55. Polígono de proyecto - Problemática del sitio. Elaboración propia.

A pesar de las características individuales de cada bloque es posible establecer los temas de mayor relevancia en el sitio. Es una zona con gran presencia de equipamiento con relevancia económica, cultural y recreativa significativa para los habitantes, es un sitio con aportación importante de áreas verdes y espacios de recreación, ha sido impactada por grietas geotécnicas afectando ciertos elementos de la zona de distinta forma y generando una interrogante acerca del posible desarrollo a futuro de la zona.

De manera específica, se presentan diversas situaciones en todos los bloques que afectan a cada uno de ellos de manera individual y colectivamente, siendo la interrelación de estos factores los causantes de la problemática del sitio. El total abandono de ciertas zonas, el desuso de otras, la falta de mantenimiento en el área en general y la desinformación acerca del territorio que ocupan, genera que cada uno de estos bloques actúen de manera aislada a pesar de la factible relación que puedan tener. Por esta razón es necesario entender y señalar en puntos claros qué es lo que ocurre en distintas zonas de los predios potenciales, así, se pueden obtener actividades, prácticas comunes, intervenciones deficientes o cualquier elemento que destaque negativamente en el estado actual de la zona.

Aunque comúnmente estas situaciones se presentan en algún sitio puntual también tienen repercusiones en toda la zona, creando una relación directa entre los elementos que se analizan y por lo tanto entre los predios seleccionados. Por esta razón el siguiente análisis se realiza desde una escala urbana general hasta señalar factores específicos. A continuación, se presenta el estado actual de algunos elementos que existen en los distintos predios, como el mercado de comida en desuso y la escuela dañada por el sismo, el área de fábricas y el anexo del mercado de flores, el canal cegado y su conexión con el mercado de flores, y por último, la situación de invasión por paracaidistas y viviendas de autoconstrucción en el paso de la grieta geotécnica.

Cabe señalar que cada punto señalado se convierte directamente en un factor a considerar para el desarrollo de estrategias e intenciones en el sitio, los elementos que sean resultado de este análisis ayudarán a concretar y especificar los alcances de la intervención final.

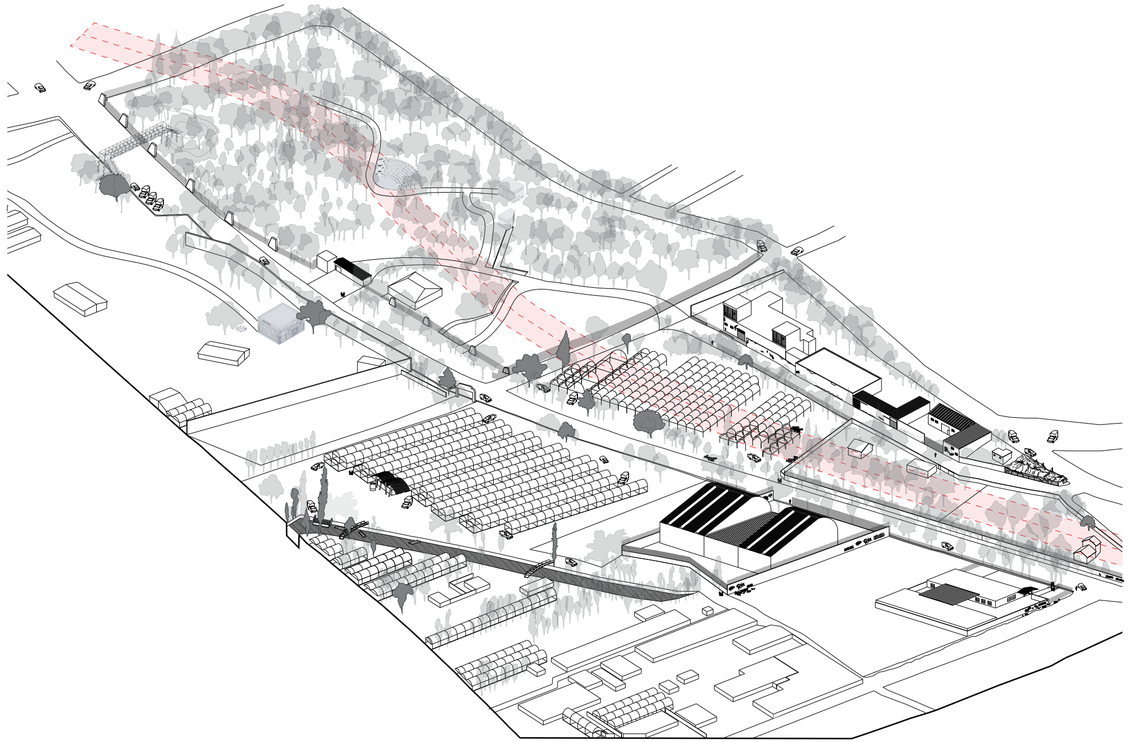


GRAFICO 56. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales. Elaboración propia.

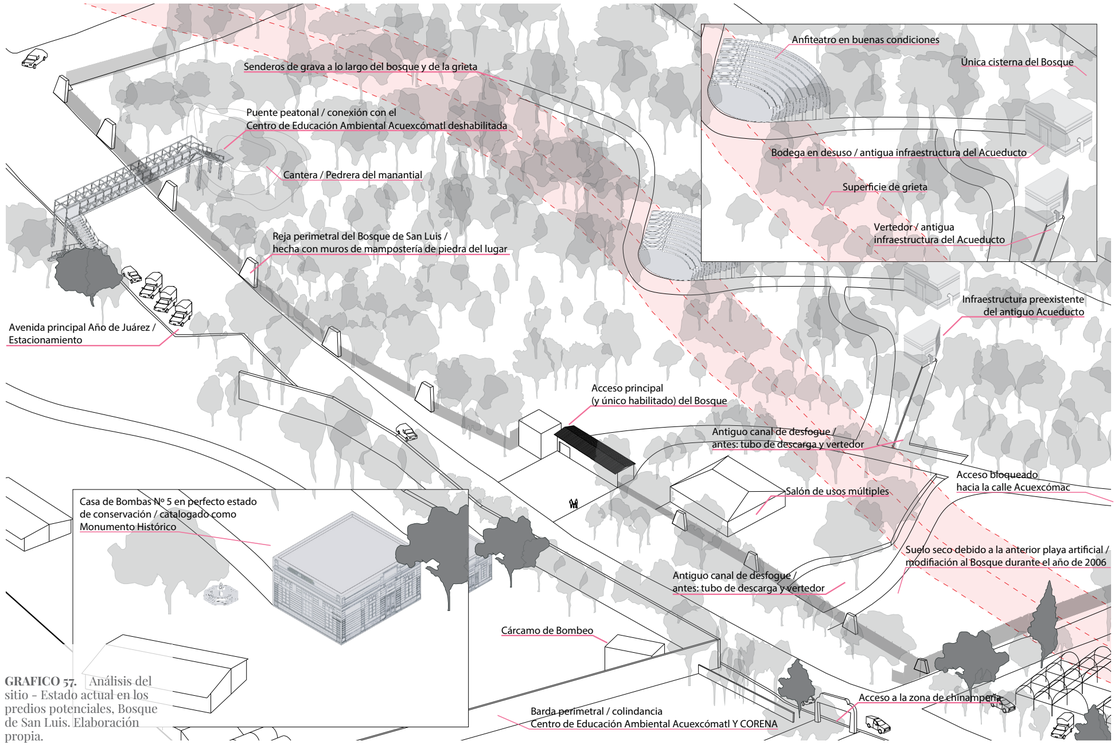


GRAFICO 57. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales, Bosque de San Luis. Elaboración propia.



IMAGEN 98. Área del Vertedero, estructura del antiguo acueducto, actualmente deteriorado y en abandono Iván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 99. Foro al aire libre en buen estadoIván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 100. Barda perimetral del bosque junto a palapa. Iván Rangel Padrón. (2017).

Se tiene certeza que, conjuntamente con el manantial, el Bosque es el sitio donde todo inicia como pueblo originario con una identidad propia. Durante mucho tiempo fue el lugar de encuentro con la naturaleza y los habitantes de la zona, fue lugar de esparcimiento, de recoger leña, de pastoreo, recolectar agua cuando hacía falta en el pueblo (así como en el centro de la ciudad); sitio de caza y pesca y recolección de plantas de ornato para los jardines públicos también.

El área del bosque, catalogada como Área de Valor Ambiental, bajo categoría de Bosque Urbano (AVABSLT), es un espacio público, aunque bardeado, que ofrece servicios recreativos para los pueblos aledaños y para el resto de la Delegación. El mismo se ha ido modificando constantemente y, como consecuencia de la falta de una directriz clara, ha estado sujeto a intervenciones aleatorias, desestructuradas y con visiones parciales como, por ejemplo, la creación de una playa artificial

en el 2006. El entorno se caracteriza por tener muchas carencias en cuanto a servicios, deterioro de calles y banquetas, alumbrado público insuficiente, entre otras necesidades básicas.

Si bien el transporte público facilita la llegada al bosque, por su situación de paso, la accesibilidad del mismo es bastante limitada. Debido a la inseguridad el parque sólo cuenta con una entrada disponible, de tres que existen en total desde diferentes vialidades de acceso.

En tanto al programa, el bosque cuenta con un salón de usos múltiples, agregado en una remodelación realizada en el año de 1984, así como un foro al aire libre, juegos infantiles (deteriorados), 18 palapas y señalización (pobre); casetas de vigilancia (3), núcleos sanitarios (4), oficinas de administración y una barda perimetral. Además, cuenta con un compostero, una bodega para el resguardo de la herramienta del personal de mantenimiento, un antiguo vertedero y canal de desfogue, una cisterna (insuficiente para la demanda de riego anual); andadores para la actividad física, senderos de servicios y peatonales, y los tres accesos mencionados (2 peatonales y 1 vehicular para proveedores y servicios), de los cuales solamente 1 está habilitado (entrada principal sobre Av. Año de Juárez).

Existen en él algunas sendas y bordes, orgullosamente transitados desde la época prehispánica, que integran la imagen urbana del lugar y son fácilmente identificables por los pobladores. Algunos de ellos se configuraron a partir de hitos tan recientes como históricos. La Calle Rey Tizoc, por ejemplo, la cual se ha venido utilizado para desplazamientos cotidianos desde tiempos antiguos, ya que atraviesa el bosque y desemboca en el área chinampera; el antiguo camino del Vertedero, que es una senda que formó parte del desarrollo del Acueducto y que acompañó al Canal de Desfogue y los tubos de descarga, aún presentes al interior del Bosque, durante la explotación del manantial; el callejón Acuexcómac, anteriormente ocupado por la construcción del extremo inicial del Acueducto, partiendo del manantial situado en el corazón del bosque, y ahora completamente desolado a causa del abandono de las industrias de la zona...

Pueden identificarse también una serie de nodos importantes, algunos más utilizados que otros. Por ejemplo, sobre la esquina de Av. Año de Juárez y Hermenegildo Galeana, se encuentra la entrada al Centro de Educación Ambiental, además de un puente que cruza la avenida



IMAGEN 101. Zona de playa artificial (izquierda) , barda perimetral del bosque y pasillo conector de la zona de ladera hacia el mercado y zona chinampera. Iván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 102. Zona de acceso al bosque, oficinas y salón de fiesta. Iván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 103. Andadores dentro del bosque de San Luis. Iván Rangel Padrón. (2017).

desde el Bosque para poder conectar ambos predios, sin embargo, el acceso al Bosque desde dicho puente ha sido bloqueado. Otros nodos evidentes son la parte donde se encuentran la subestación eléctrica, a espaldas de la Casa de Bombas No. 5 (principal), y el único acceso al Bosque, también sobre la Av. Año de Juárez; la unión de las calles Rey Tizoc, Av. Año de Juárez y la entrada hacia el Área Chinampera, el Mercado de Flores y el anexo del mismo.

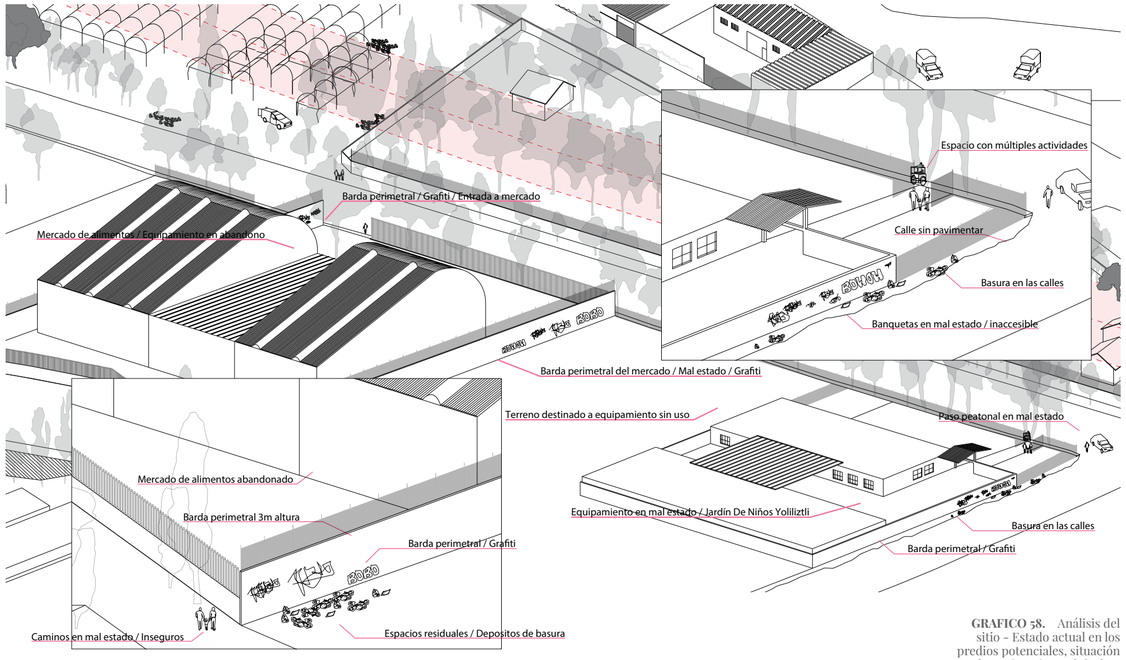


GRAFICO 58. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales, situación de equipamiento dañado o abandonado. Elaboración propia.



IMAGEN 104. Área colindante al mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco, infraestructura abandonada. Iván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 105. Avenida Año de Juárez. Iván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 106. Escuela primaria colindante al mercado de comida, sufrió daños durante el sismo 19S. Iván Rangel Padrón. (2017).

Esta zona, ubicada al noroeste, cuenta con dos importantes edificaciones, la primera es el mercado de comida que se encuentran en desuso y que nunca fue utilizado completamente, y la segunda es la escuela primaria y jardín de niños que fue uno de los inmuebles que presentó daños después del sismo 19S. Las edificaciones en esta zona no cumplen su objetivo o no se encuentran en las condiciones ideales para operar, además, el emplazamiento de estos inmuebles ha creado grandes espacios de terreno desocupado con el uso de suelo de equipamiento. Las grandes dimensiones de las construcciones y el hecho que se encuentran bardeados casi por completo crean límites físicos, que resulta en espacios cerrados que crean inseguridad en los recorridos de los peatones, también, el poco mantenimiento y cuidado de estos espacios fomenta el desecho de basura, al igual que la presencia de grafiti. Cuando se encuentra en operación, la escuela es un importante centro de actividades sociales, el flujo de personas que es generado por los usuarios, sus familiares, vendedores y transeúntes crea una experiencia diferente en sus alrededores.

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

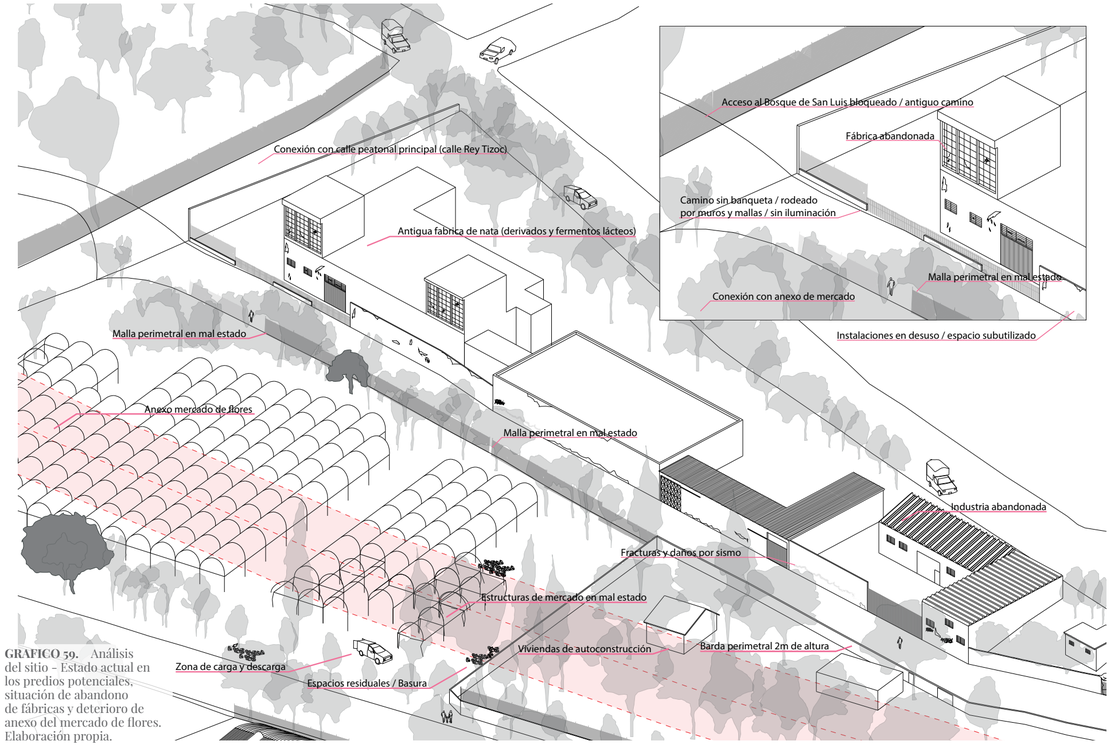


GRAFICO 59. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales, situación de abandono de fábricas y deterioro de anexo del mercado de flores. Elaboración propia.



IMAGEN 107. Fábricas abandonadas en calle Acuexcomatl. Iván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 109. Áreas en abandono y con presencia de basura en la calle Acuexcomatl, colindando al sur con el anexo del mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 108. Calle Acuexcomatl, los grandes muros de las fábricas abandonadas y las rejas crean un ambiente de inseguridad para el peatón. Iván Rangel Padrón. (2017).

La zona de fábricas, ubicada al sureste, conforma un bloque urbano con muchos de sus elementos en abandono o gran deterioro, la mayoría de los edificios en la franja de fábricas se encuentran en desuso creando una fachada completa de muros altos y construcciones abandonadas. Por otro lado, existe el anexo del mercado de flores, que actualmente funciona a la mitad de capacidad debido a la poca redituabilidad de los locales, que han abandonado invernaderos o estructuras donde realizaban sus ventas. El anexo del mercado cuenta con una fachada de malla al sur, que en conjunto con la fachada de la franja de fábricas y casas crea una calle completamente encerrada con límites físicos que no permiten la circulación libre de los peatones, creando situaciones de inseguridad y mala imagen urbana. Además, colindantes al anexo del mercado, existen viviendas de autoconstrucción que se han establecido en el espacio en donde se presentan los problemas de agrietamiento del suelo, poniendo en riesgo las edificaciones y a sus usuarios.

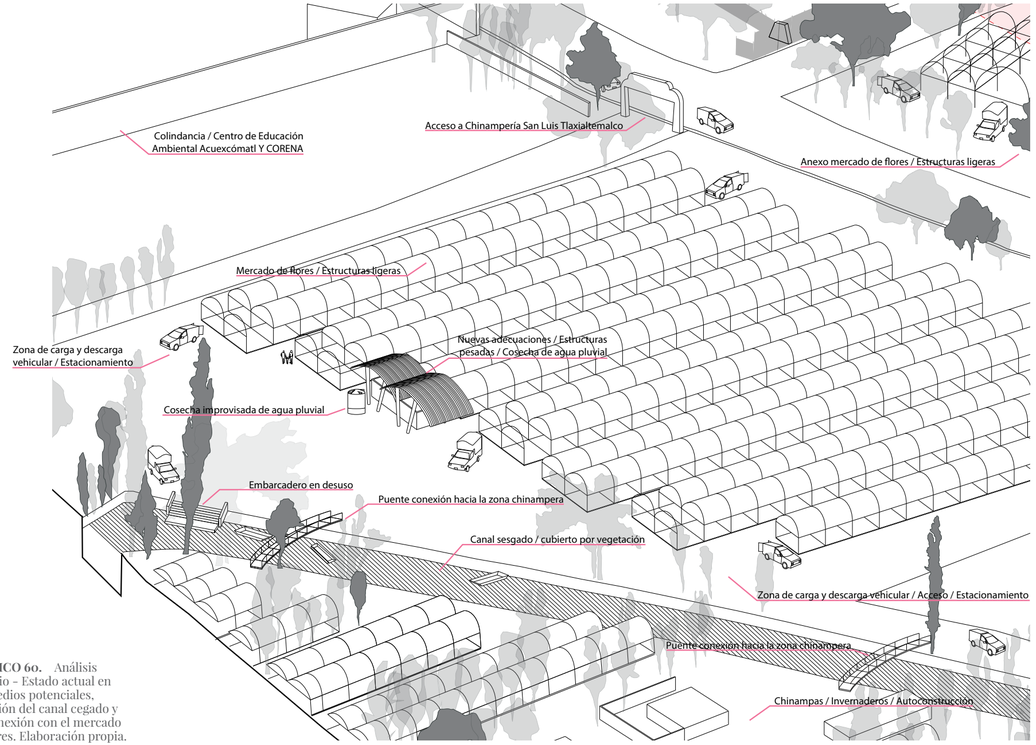


GRAFICO 60. Análisis del sitio – Estado actual en los predios potenciales, situación del canal cegado y desconexión con el mercado de flores. Elaboración propia.



IMAGEN 110. . Puente conector entre mercado de flores y chinampas. Iván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 111. . Canal cegado al norte del mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).



IMAGEN 112. Mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).

En la parte colindante entre el mercado de flores y la zona chinampera, ubicada al norte, se presenta el recorrido de un canal conectado al sistema de chinampas, ahora se encuentra cegado, cubierto de vegetación y el embarcadero en desuso. La conexión que existe entre ambas partes es un puente, este vincula a los habitantes de las viviendas de autoconstrucción en las chinampas con el equipamiento y las vialidades principales del área urbana. En el mercado se encuentran cientos de estructuras ligeras o invernaderos que actúan como los locales de venta, estos son suministrados mediante vehículos que traen los productos de otras zonas, estos tienen dos zonas de carga y descarga que son conectadas por las vialidades que rodean el mercado. La estructura de los invernaderos en el mercado es desorganizada y no cuenta con ningún tipo de servicios.

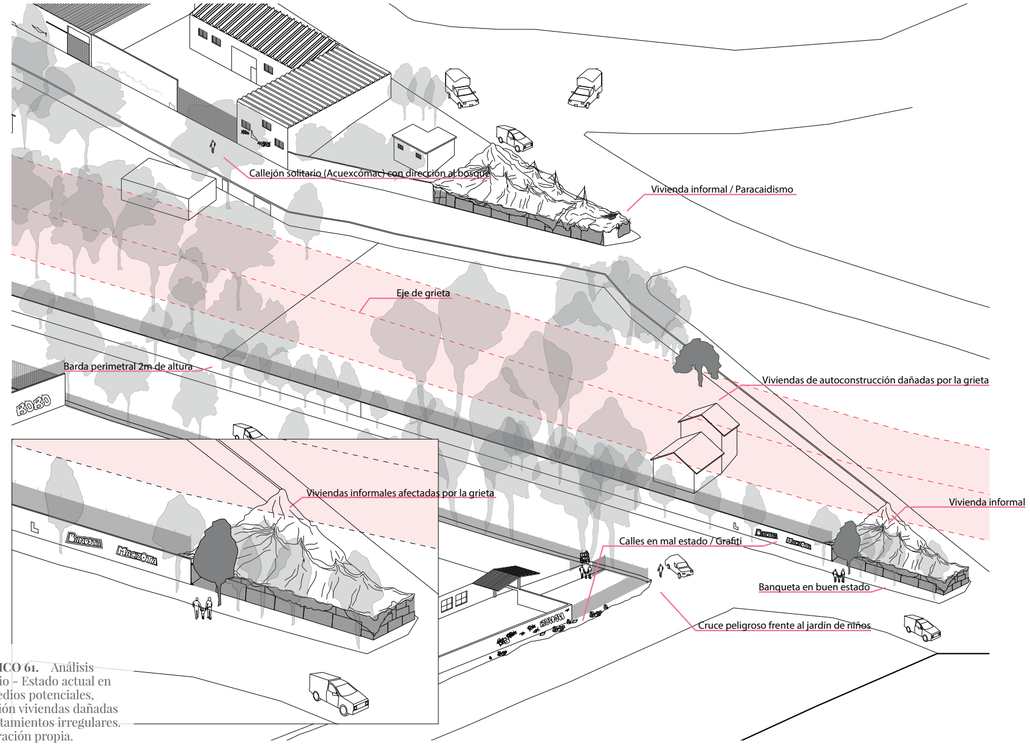


GRAFICO 61. Análisis del sitio – Estado actual en los predios potenciales, situación viviendas dañadas y asentamientos irregulares. Elaboración propia.



IMAGEN 113. . Vivienda de autoconstrucción en las chinampas. Rafael Milla Acosta. (2017).

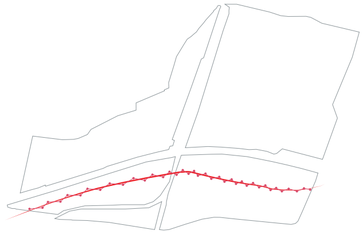


IMAGEN 115. . Inicio de calle Acuexcomatl, presencia de edificaciones abandonadas y asentamientos irregulares. Iván Rangel Padrón. (2017).



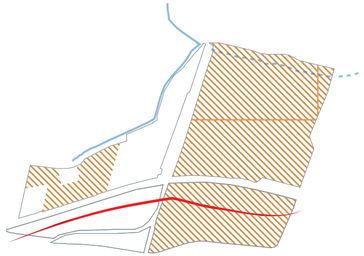
IMAGEN 114. . Viviendas de autoconstrucción ubicada en el eje de grieta que pasa por el anexo del mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).

Las viviendas, ubicadas al oeste del anexo del mercado de flores, es una zona de edificaciones de autoconstrucción y asentamientos informales localizados justo encima del eje de grietas que recorre toda el área de estudio. La presencia de la grieta causa afectaciones a las construcciones con las que tiene contacto, aún más si estas edificaciones no cuentan con los lineamientos de seguridad, actualmente estos inmuebles se encuentran dañados y en constante estado de vulnerabilidad al convivir directamente con los movimientos ocasionados en el suelo por el eje de grieta. De igual forma, los asentamientos informales son vulnerables a las afectaciones que pueda ocasionar la grieta o un futuro sismo, aunque no exista una construcción propiamente, estas viviendas formadas por lonas, lámina, piedras, o cualquier otro material, pueden presentar daños importantes a sus habitantes y a la zona. La manzana se encuentra bardeada casi en su totalidad, causando poca permeabilidad en los recorridos y nula seguridad para los peatones.



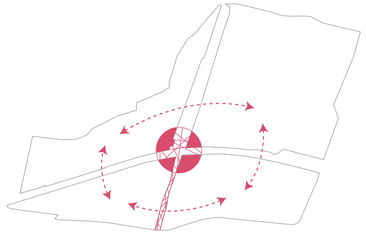
(Señalar) (Consolidar)

Generar consciencia de las condiciones de agrietamiento y agua por medio de equipamiento y espacio público.



(Consolidar)

Fortalecer los espacios públicos y establecerlos como generadores de actividades. Uso del espacio público como medio unificador de las distintas zonas.



(Intervenir)

Implantar una plaza central con la que los predios puedan unificarse y crear relaciones de usos entre las actividades que se realizan en cada uno.

INTENCIONES DE DISEÑO

Como resultado del análisis de la situación actual en los predios seleccionados, se planteó una lista de intenciones que se pretenden plasmar en la propuesta final urbano - arquitectónica, estas intenciones de diseño son enfocadas en los temas de más relevancia que surgieron del entendimiento del sitio, como la reestructuración del mercado de flores, la reactivación del equipamiento en uso deficiente de la zona, la conjunción de actividades y usos de los diferentes predios, el replanteamiento de las viviendas considerando la situación de grietas y la concientización de los habitantes ante esta problemática.

Las intenciones se categorizaron en tres acciones principales:

- **Consolidar**, las cualidades naturales, culturales y sociales del sitio, explotar las características positivas que posee esta zona y establecer actividades que aporten en la protección de estos elementos.
- **Señalar**, las problemáticas de agrietamientos, hundimientos y agua para crear una conciencia colectiva de la importancia de habitar el territorio respetando sus recursos y condiciones.
- **Intervenir**, los espacios, edificaciones e infraestructura que influya negativamente en la situación de la zona, ofreciendo nuevas alternativas para el equipamiento, espacio público y vivienda que actualmente no responden a las necesidades del sitio.



(Intervenir) (Consolidar)

Reestructuración del mercado de flores y reactivación del equipamiento de la zona, unificación de sus usos para fomentar actividades y recorridos por toda la zona.



(Intervenir)

Establecer el equipamiento adicional y generar una conexión directa con la zona de producción. Proponer alternativas de edificaciones en el territorio afectado por el agrietamiento.



(Intervenir)

Replantear la localización y construcción de las viviendas afectadas por la situación de agrietamientos e hundimientos en la zona.

Al señalar, intervenir y consolidar los distintos elementos que interactúan en los predios, se puede establecer una convivencia del contexto urbano y social con las condiciones del territorio, esto tiene como objetivo generar aportaciones positivas a la realidad de los habitantes de San Luis Tlaxialtemalco y otros pueblos originarios de Xochimilco, así como al entorno natural de la zona.

GRAFICO 62. Diagramas de intenciones de diseño sobre los predios potenciales. Elaboración propia.

ANÁLOGOS

Si bien todos los análogos fueron seleccionados por sus características cualitativas generales y aportaciones singulares, las cuales enriquecieron, de igual manera que fortalecieron, las intenciones iniciales del proyecto, cada uno de ellos fue elegido por motivos más bien específicos y/o referencias directas al programa arquitectónico de la propuesta. De esta manera logramos unir la variedad de gestos encontrados en dichos proyectos ejemplares y generar un diálogo entre los múltiples análisis y las maneras de abordar los sitios en donde fueron ejecutados, y sus particularidades, así como soluciones específicas (técnicas).

Por esta razón dividimos los análogos en tres categorías principales de acuerdo a su aportación directa en el proyecto de intervención:

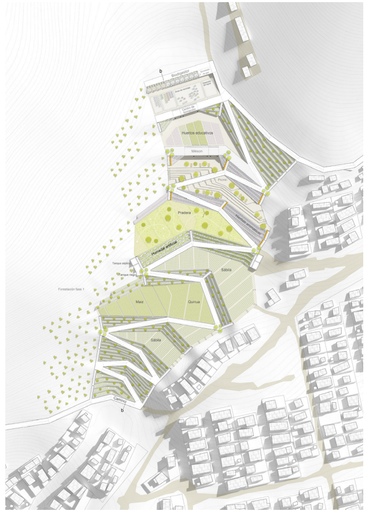
- Manejo territorial y estrategias de paisajismo sustentable - Primer Lugar del Concurso Juan Günther (2013)
- Infraestructura y escala urbana - Berlin Pink Pipes
- Solución Arquitectónica - Casa Patio 2.12 de Andalucía Team (2012)

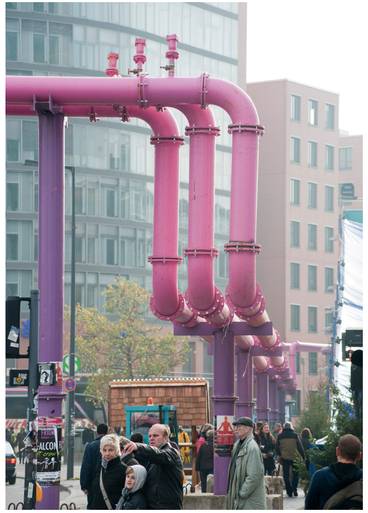
Las tres clasificaciones nos brindaron un panorama adecuado a las diferentes escalas presentes en la intervención y, de igual manera, ayudaron a establecer relaciones directas con la forma de aproximación sistémica y particular (local) al sitio elegido en San Luis Tlaxialtemalco.

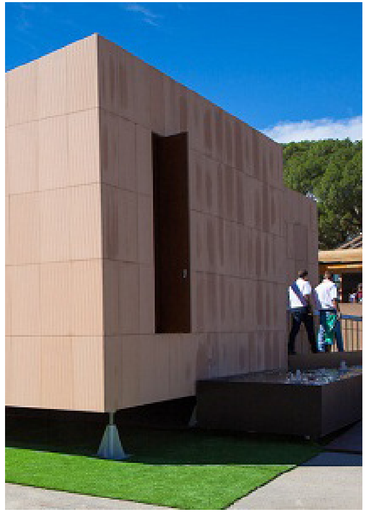
IMAGEN 116. Primer Lugar del Concurso Juan Gunther https://www.archdaily.mx/mx/02-338055/primer-lugar-concurso-juan-gunther-en-lima-peru

IMAGEN 117. Berlin Pink Pipes https://photoeverywhere.co.uk/west/berlin/slides/berlin_water_pipes.htm

IMAGEN 118. Patio 2.12 Solar Decatlhon Europe 2012 https://blog.ferrovial.com/es/2012/09/colaboracion-con-universidades-proyecto-patio-2-12/







PRIMER LUGAR DEL CONCURSO JUAN GÜNTHER

El proyecto destaca por su entendimiento del paisaje y por las estrategias que genera a partir de las problemáticas presentes en el sitio.

Lima, la capital costeña del Perú, es la segunda ciudad desértica más grande después de El Cairo, pero tiene un clima más frío y húmedo del que plantea su latitud subtropical. Las precipitaciones son muy bajas, sin embargo, la humedad puede alcanzar el 98%. En ella viven un tercio de los peruanos, casi 9 millones de personas, que dependen de tres ríos que tienen su origen en las alturas de los Andes: el Rímac, Chillón y Lurín. La ciudad sigue creciendo y existen hasta 150.000 migrantes por año, los cuales en su mayoría se establecen en la periferia de la ciudad. En estas zonas existe poco o nada de infraestructura y el agua es un recurso escaso.

Desde los años 90 la urbanización de El Paraíso ha crecido constantemente mediante acciones coordinadas por “traficantes” que permiten que numerosas familias invadan las zonas asignadas y construyan sus propias casas. Un asentamiento se puede formar tan sólo en pocos días. A la fecha, la mayoría de los asentamientos cuentan con conexión a la red de agua potable y alcantarillado, aunque el proceso de formalización es lento.

Potenciales

En conversaciones con pobladores y diversos grupos activos en el valle se manifestaron diferentes intereses y necesidades opuestas. Juntos, pero con motivos distintos a la Municipalidad de Lima, abogan en favor de la construcción de un parque en la zona. Sin embargo, la venta organizada de lotes a colonizadores y las invasiones resultantes genera ganancias para los “traficantes”, y para seguir con esta práctica se opondrán al proyecto de un parque en las Lomas.

Después del análisis de las problemáticas y potencialidades del valle se elaboraron diferentes estrategias para impedir el crecimiento urbano en el valle, así como la invasión de las Lomas. Para ello, se utilizaron diferentes recursos y herramientas de diversas escalas. En primer

IMAGEN 119. Primer Lugar del Concurso Juan Gunther . Fotos tomadas de: https://www.archdaily.mx/mx/02-338055/primer-lugar-concurso-juan-gunther-en-lima-peru?ad_medium=gallery





lugar, el objetivo es establecer un proceso de revalorización y protección del sitio y su entorno verde natural.

Estrategias

Esta revalorización representó el punto de partida del proyecto “Parque Atrapanieblas”. Y, a partir de una investigación detallada, se generaron 3 estrategias principales:

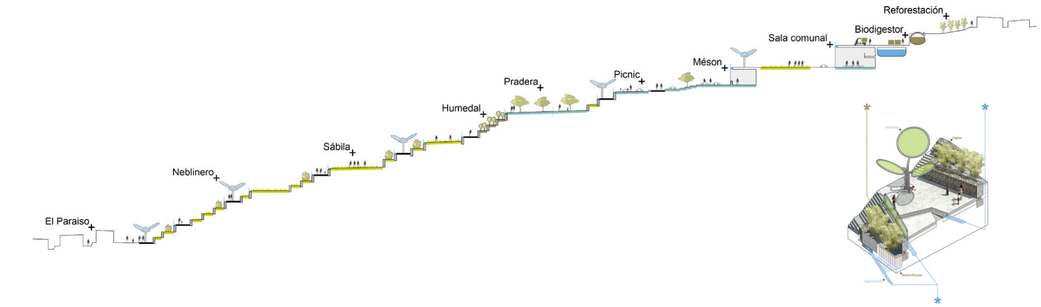
1. Agricultura urbana
2. Atrapanieblas
3. Participación

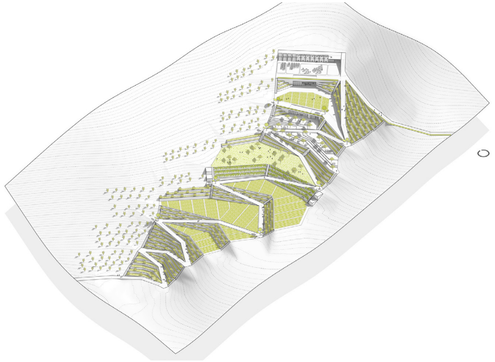
Agricultura urbana: su objetivo es establecer un recorrido que destaque el borde entre las Lomas y el área urbanizada, es decir, generar un camino que envuelva los asentamientos y, por lo tanto, que indique los límites de la ciudad. Se pretende aprovechar la topografía del valle para agregar andenes, los cuales acogerán distintos usos como agricultura, por ejemplo, equipamiento para el turismo y la comunidad, así como espacios para el reciclaje de basura. La venta de productos agrícolas podrá generar ingresos importantes para la comunidad.

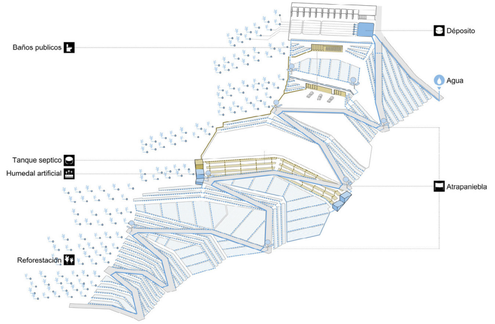
En cuanto a la participación, el recorrido representa el eslabón más importante para facilitar la interconexión de recursos y capacidades existentes. Se prevé que el mismo sea ampliado con el paso de los años y que junto con él se amplíen las áreas forestadas, así como los bordes, originalmente cubiertos con bosque. Estas sinergias crearán nuevos valores esenciales y atractivos tanto para el turismo como para la comunidad local. Dados estos beneficios, el entorno verde de las Lomas será protegido contra futuras invasiones por los mismos pobladores, por lo que es clave su participación durante el proceso de planificación.

Consideramos que el manejo del recurso del agua, así como el diseño para su recuperación, presentes en este proyecto, son notables ejemplos de cómo abordar las condiciones existentes en una comunidad y, a partir de ello, generar estrategias para su administración ante la inminente escasez del recurso y la clara vulnerabilidad del territorio en disputa.

IMAGEN 120. Primer Lugar del Concurso Juan Gunther . Fotos tomadas de: https://www.archdaily.mx/mx/02-338055/primer-lugar-concurso-juan-gunther-en-lima-peru?ad_medium=gallery







“BERLIN PINK PIPES”

Mezclándose con el paisaje urbano (moderno e histórico), y atravesando todo lo largo de la capital alemana, el conjunto de tuberías rosas a simple vista puede confundirse con una instalación artística, sin embargo, se trata de un sistema de bombeo que extrae el agua del subsuelo de la ciudad y lo transporta hacia los canales que la rodean, ayudando así a drenar los cimientos y facilitando los trabajos de infraestructura urbana.

Una de las cualidades más importantes de esta aportación urbana es el manejo y dominio territorial, en tanto que el proyecto se genera a partir del entendimiento de las condiciones geográficas y edafológicas de la ciudad. A menos de dos metros debajo de la superficie de Berlín, es posible encontrar grandes cantidades de agua, esto es debido a que la ciudad fue construida sobre un terreno bastante pantanoso (características bastante similares a las del suelo de la cuenca del Valle de México), por lo que resulta casi imposible excavar túneles sin riesgos de inundación. **La red de tuberías y de bombeo responde a una necesidad** por drenar el agua del subsuelo de la ciudad antes de ejecutar la construcción de ciertos edificios e infraestructuras. Sin este conjunto de tuberías sería difícil poder imaginar a la ciudad con un sistema de transporte metro, por ejemplo.

En cuanto al diseño de la propuesta de los tubos, el color es un elemento importante para nosotros en un sentido lúdico. De acuerdo a Bernd Kempf, director de ‘Pollems’, la empresa responsable del proyecto de las tuberías, los colores rosado y morado son los colores preferidos por los niños.[38] La utilización del color en nuestro proyecto de intervención será fundamental para que el público pueda relacionar la propuesta de infraestructura con el valioso recurso hídrico.

Además, otra aportación especial del diseño de la propuesta, a nivel constructivo, es el sistema de “cimentación” y apoyo que básicamente está resuelto con una serie de dados de concreto, sobrepuestos encima del pavimento a lo largo de todo el desarrollo de la red. Cada uno de estos dados soporta a una columna de apoyo, que contiene un mecanismo diseñado para sujetar a las tuberías que pasan por arriba.

38. BERLIN GLOBAL (2014). Berlin Pink Pipes. News from Berlin. Berlin Global. Cultural Diplomacy news from Berlin. Recuperado el 16 de mayo del 2021, de https://www.berlinglobal.org/index.php?the-berlin-mystery-of-the-pink-pipes#









IMAGEN 121. Berlin Pink Pipes. Fotos tomadas de: http://www.morethangreen.es/en/berlins-pink-pipes/

Dichos apoyos tienen la cualidad de ser ligeros y puntuales, por lo que permiten una cierta flexibilidad al movimiento del conjunto, evitando de esta forma rupturas y fallas en el sistema. En el caso de la Ciudad de México este es un factor importante a considerar, sobre todo si tenemos en cuenta los movimientos naturales del terreno, así como los hundimientos.



IMAGEN 122. Berlin Pink Pipes. Fotos tomadas de: http://www.morethangreen.es/en/berlins-pink-pipes/



“CASA PATIO 2.12 DE ANDALUCÍA TEAM”

El prototipo de vivienda Patio 2.12 fue una propuesta diseñada por el equipo ‘Andalucía Team’ para la competencia ‘Solar Decathlon Europe 2012’ (SDE 2012) celebrada en Madrid. La casa pretende ser un compendio de energía, sostenibilidad y mecanismos de acondicionamiento pasivo.

El diseño prefabricado de la estructura permite una gran cantidad de aportaciones al diseño final antes de la construcción por parte de los arquitectos y clientes por igual. Se ha comprobado que puede ser construida en menos de dos semanas.

El edificio se asienta sobre pedestales, a diferencia de los sistemas tradicionales de cimentación, esto abre muchas más posibilidades como una estructura temporal en lugares de trabajo, escuelas o incluso en zonas de desastre. Cuando se desmantela, la estructura no deja huella duradera, lo que se convierte en una ventaja en términos de reciclaje y economía circular.

Algunos de los rasgos principales de la propuesta arquitectónica que quisimos rescatar de este ejemplo son el “kit de módulos prefabricados” y el detalle del “suelo flotante”. Ambas aportaciones permiten **el menor contacto posible de los módulos habitables con el terreno (suelo), mediante un sistema de seis apoyos puntuales regulables, sin necesidad de cimentación.**

En cuanto al kit de módulos prefabricados refiere, consideramos que lo más relevante de esta particularidad estriba en la capacidad que posee la vivienda de transformarse, es decir, el número de habitáculos, o pabellones prefabricados, que giran en torno a un patio, **pueden incrementar en número cuando se crea conveniente, cambiar su posición, o incluso transformar su uso en función de los requerimientos familiares**.[39] Cuando se habla de elementos prefabricados se trata de los elementos modulares que constituyen a los pabellones y que se construyen in situ, logrando un tiempo mínimo de montaje. Los “muros técnicos”, a su vez, son piezas en forma de armario que se adosan a las paredes de cada módulo habitable, ocupándolas por completo.

IMAGEN 123. Casa Patio 2.12 de Andalucía Team https://www.flickr.com/photos/sdeurope/8141316478

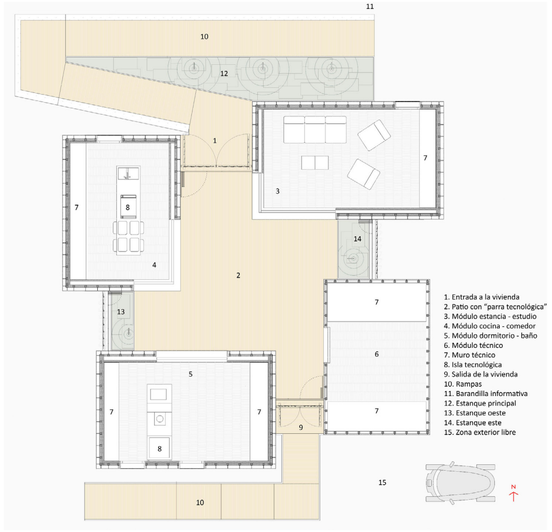
IMAGEN 124. Planta de la vivienda Patio 2.12. https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4231/4888.

IMAGEN 125. Módulo cocina de Patio 2.12.https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4231/4888.

39. Terrados-Cepeda, F. J., Baco-Castro, L., Moreno-Rangel, D. (2015). Patio 2.12: Vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012. Informes de la construcción, 67(538). Revistas CSIC. España. Recuperado el 16 de mayo del 2021, de https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4231/4888







Éstos contienen dispositivos de almacenaje y albergan a las instalaciones que permiten el correcto funcionamiento del módulo.

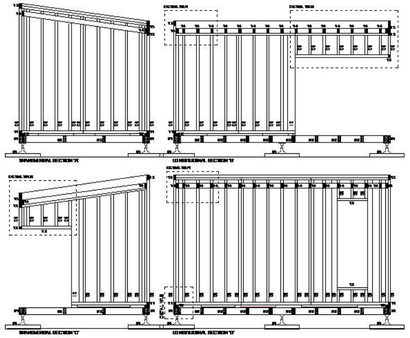
En tanto al sistema constructivo de Patio 2.12, consideramos necesario destacar la estructura utilizada en todos los módulos tipo balloon frame, capaz de soportar tensiones originadas tanto en el transporte e izado, como en el apoyo en plots sobre el terreno. La estructura de los habitáculos se configura con un forjado de perfiles metálicos huecos sobre el que se apoya un entramado de piezas de madera de pequeña sección, que resuelven la estructura vertical y de cubierta. **El patio cuenta con un suelo técnico elevado con perfilería metálica y apoyos puntuales, dejando luces mínimas de 80 cm entre ellos.**

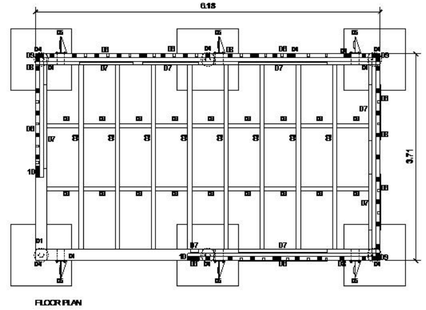
La cimentación de los módulos en el terreno se realiza mediante zapatas regulables en altura, apoyadas en losas de hormigón de 10 cm de espesor para el reparto de tensiones conforma a la tensión admisible del terreno. **Esta solución permite adaptar la posición de los módulos a la topografía del lugar.** Esta característica resulta de gran interés para nuestro caso de estudio, debido a la topografía cambiante de los predios de San Luis Tlaxialtemalco, resultado del fenómeno del hundimiento regional, así como de los asentamientos irregulares.

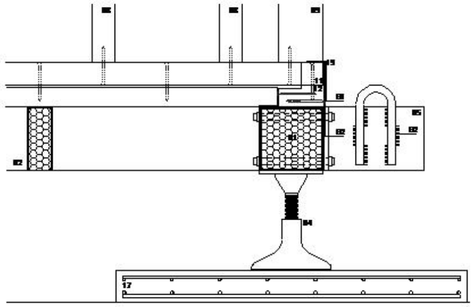
Además, todos los materiales que conforman la edificación son sostenibles y reciclables. Las instalaciones más destacadas, que responden a las condiciones ambientales y mejoran la eficiencia energética del prototipo, son la instalación fotovoltaica, la instalación solar térmica (paneles y colectores solares para calentar agua, por ejemplo), así como los sistemas de acondicionamiento térmico (ventilación natural y sombras, entre otras).

IMAGEN 126. Estructura Patio 2.12. Fotos tomadas de: http://aulagreencities.coamalaga.es/patio-2-12-un-proyecto-de-estructura-sostenible/









PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

El programa arquitectónico tiene su fundamento en el respeto a los espacios que existen actualmente, pero que debido a su deficiente funcionamiento o completo abandono necesitan de una intervención, complementando sus funciones o proponiendo nuevos elementos para concluir en un espacio urbano de calidad. También, pretende incluir la situación de grietas y hundimientos en estos espacios que actualmente no han considerado siquiera su existencia.

Analizando los elementos actuales presentes en los predios, la primera decisión dentro del programa arquitectónico fue respetar las instalaciones del Centro de Educación Ambiental Acuexcómatl, que son relativamente nuevas, se encuentran en buenas condiciones y su cuidado está garantizado con la administración del gobierno de la ciudad. El plan propuesto incluirá el centro de educación dentro de las intervenciones de interconexión y mejoramiento urbano, pero no tendrá un desarrollo puntual al interior. Por lo tanto, la propuesta de espacios se concentrará en los otros tres predios, involucrando el equipamiento de mercados, escuelas, viviendas, franja de fábricas y el bosque de San Luis.

Se plantea una plaza central, punto de conexión de los 4 predios. Este será el sitio que unificará los aparentes distintos usos en cada predio, abrirá la calle y otorgará una área de recreación a los usuarios.

En la zona del mercado se plantea eliminar el mercado de alimentos debido a su estado de abandono y desuso, también la zona de estacionamiento se desechará para la mejor integración del mercado con la zona de plaza. Se establece un estacionamiento general del conjunto, núcleo de sanitarios y servicios, huertos comunales y la reestructuración de 300 locales de venta de flores.

Para el predio del anexo del mercado de flores, se pretende implementar un estacionamiento con zonas de carga - descarga y la reestructuración de 50 locales de venta de flores. A un costado se implementarán los prototipos de viviendas adaptables a la situación de agrietamientos,

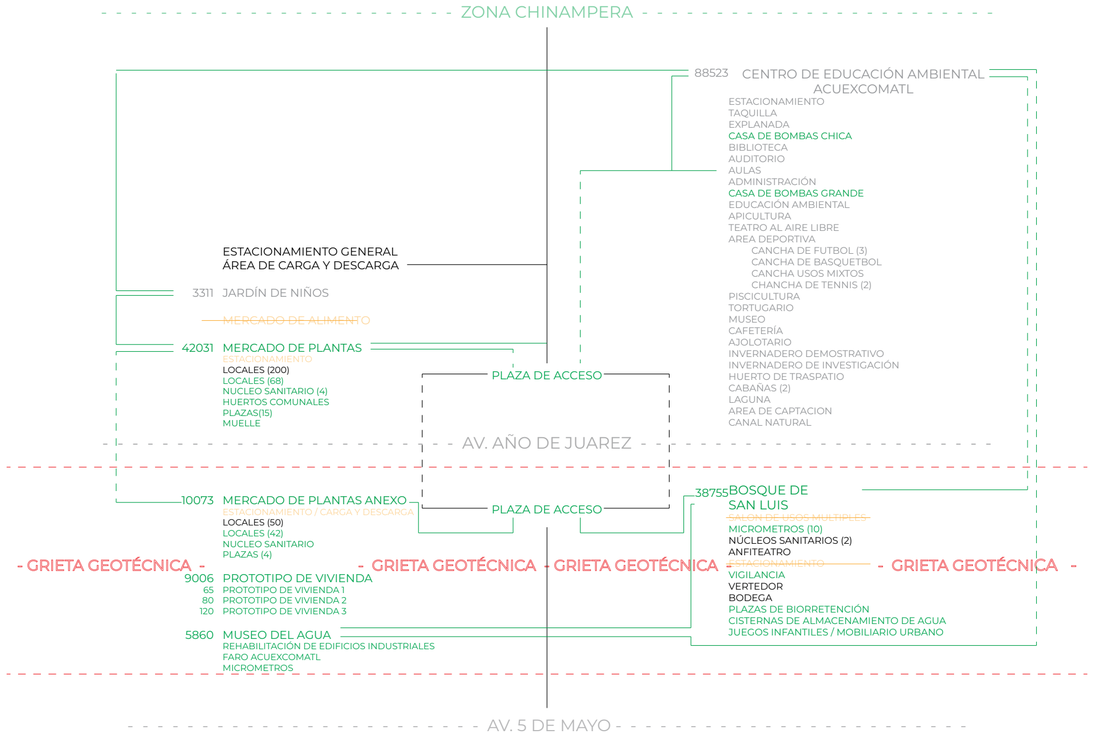


GRAFICO 63. Diagramas de programa arquitectónico dividido por zonas de actuación y emplazamientos de los elementos enlistados. Elaboración propia.

al igual que micrómetros para conocer los movimientos del suelo en la zona. En la franja de fábricas se rescatarán los edificios abandonados para establecer un centro cultural dirigido a la concientización e información del territorio de Xochimilco.

En el bosque de San Luis se busca implementar una serie de terrazas que capten el agua de lluvia y escorrentías para alejarla del eje de grietas, mientras que también pueda ser utilizada para otros fines dentro del bosque. Se instalarán micrómetros a lo largo del eje de grietas para conocer los movimientos del suelo y el espacio público estará dirigido a la señalización de este eje, al igual que su protección.

En todos los predios se busca eliminar las barreras físicas que existen, como rejas, bardas, muros o estructuras abandonadas.

PRIMERAS PROPUESTAS

Los lineamientos establecidos en las intenciones de diseño y el programa arquitectónico abre el paso para el desarrollo de un plan urbano para la zona de estudio, este plan se alimenta desde el análisis y primeras propuestas de escala regional al igual que el entendimiento de la situación actual de escala local, un proceso que abarca desde el conocimiento general hasta el particular para la toma de decisiones enfocada a una propuesta urbana - arquitectónica en el pueblo de San Luis Tlaxialtemalco que logre los objetivos de esta investigación.

Las primeras propuestas de este plan urbano buscan plasmar una composición de espacios y elementos físicos que anteriormente solo fueron enunciadas o valoradas como diagramas, el emplazamiento en un espacio real de todas las intenciones de diseño y elementos del programa resulta en el cambio de algunos de todos los factores que se contemplaban.

Durante esta etapa de diseño se acercó aún más al sitio, y se empezaron a designar áreas generales, señalar qué espacios estarían dirigidos a áreas verdes, cuáles serían espacio público y cuáles recorridos. Este primer esfuerzo de zonificación asentó las intenciones de diseño



GRAFICO 64. Primer acercamiento de zonificación y emplazamiento, se delimitan las áreas donde se establecen los elementos del programa y se explora con ejes de composición que definan el diseño del conjunto. Elaboración propia.

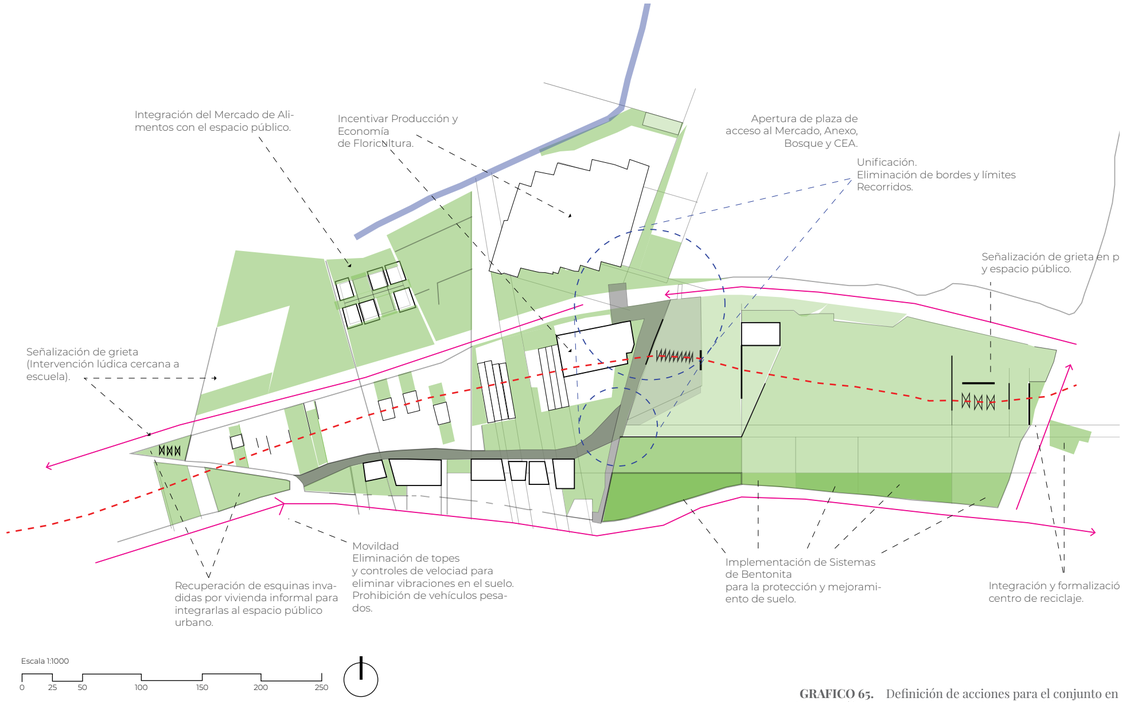


GRAFICO 65. Definición de acciones para el conjunto en puntos específicos, estas acciones le otorgan un objetivo a cada punto que puede influir en las características de diseño de su forma final. Elaboración propia.



GRAFICO 66. Segundo acercamiento de zonificación y emplazamiento, se determinan áreas más precisas y también su función, áreas verdes (verde) y espacio público (morado). Elaboración propia.

en puntos específicos dentro de los predios y logró apuntar a espacios de vital importancia o donde sería requerido un mayor acercamiento para emplazar el proyecto.

A continuación de las propuestas de zonificación se buscó implementar los elementos del programa, con dimensiones y en sitios específicos, de esta forma se podría conocer la viabilidad del emplazamiento, así como su posible eficiente funcionamiento. Durante este proceso se establecieron ejes de composición, una zonificación más detallada y una revaloración de los elementos propuestos en el programa.

Estos primeros acercamientos muestran el proceso y la evolución de las intenciones de proyecto, el desarrollo de diferentes emplazamientos del vasto programa arquitectónico proporciona un entendimiento mayor de la propuesta final. El proyecto final fue alimentado de los aciertos y errores del trabajo en las primeras etapas de zonificación, al mismo tiempo fue útil para decantar los espacios o dimensiones propuestas para ciertos elementos, que sufrieron cambios en conceptualización o emplazamiento una vez colocándolos en la dureza del los planos. El proceso de investigación realizado en todas las etapas anteriores concluye en este punto, toda la información recabada y analizada influye, en mayor o menor escala, en la propuesta urbano - arquitectónica final.

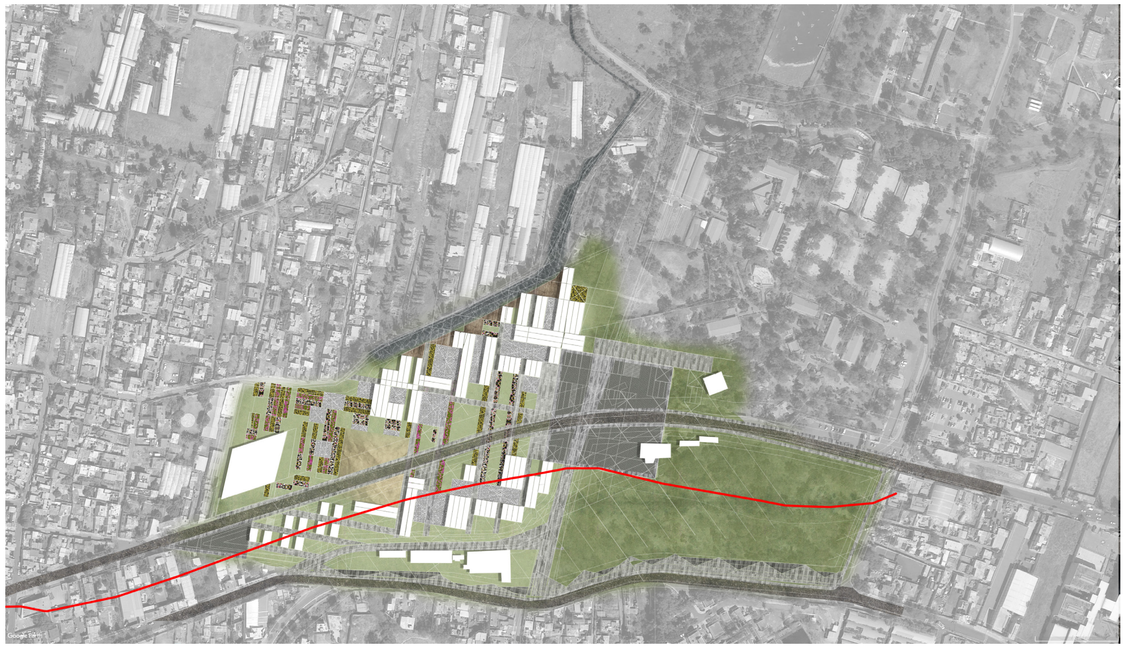


GRAFICO 67. Primer propuesta de planta de conjunto. Elaboración propia.



CAPITULO 7 PROYECTO URBANO ARQUITECTÓNICO EN SAN LUIS TLAXIALTEMALCO

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

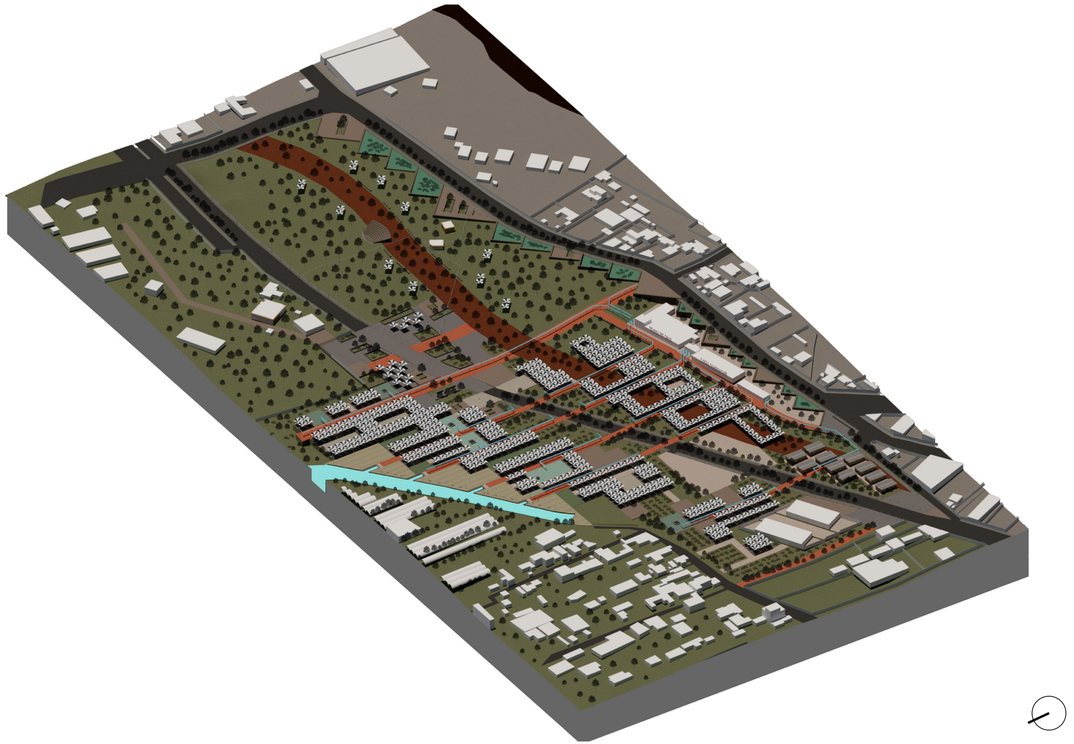


GRAFICO 68. Axonométrico de conjunto. Vista completa de la propuesta de equipamiento, espacio público y vivienda. Elaboración propia.

CAPÍTULO 7

Proyecto urbano - arquitectónico para San Luis Tlaxialtemalco. La grieta y sus posibilidades constructivas.

La propuesta urbano - arquitectónica propone un plan de conjunto para la zona de equipamiento en San Luis Tlaxialtemalco. La situación actual del sitio, en conjunto con las condiciones de agrietamientos, señala la necesidad de intervenir en este punto, la propuesta busca reestructurar y fortalecer esta zona de vital importancia para las actividades económicas - culturales de los habitantes del pueblo. El planteamiento involucra la mejora para tres factores notables que se presentan en la zona, el equipamiento, el espacio público y la vivienda; la unión de estos tres elementos con el fundamento de la convivencia con el territorio da forma final a las propuestas y estrategias presentadas.

El plan de conjunto presenta la forma de conectar y reivindicar los distintos espacios y necesidades de las áreas propuestas, creando lazos entre los elementos de cada una de ellas o directamente interactuando en una zona establecida. El conjunto alberga la reestructuración del mercado de flores y su anexo, la protección del Bosque de San Luis, la rehabilitación de la zona de fábricas abandonadas y el planteamiento de viviendas alternativas para el territorio vulnerable.

Es fundamental resaltar la presencia e importancia de la situación de grietas en la zona, ya que cada uno de los espacios propuestos se basa en la forma de actuar sobre un suelo afectado por este fenómeno. Cada propuesta busca una forma específica de abordar la grieta, con las condiciones que presenta cada zona y programa arquitectónico a desarrollar.

DIAGRAMAS DE SISTEMAS

A partir de los ejes rectores del área chinampera, en conjunto con el emplazamiento de las edificaciones y espacios del programa arquitectónico se desarrollan diagramas de los sistemas a implementar para el plan de conjunto, estos diagramas sirven para establecer los tipos de intervención que tendrá cada zona, el uso de cada espacio, los flujos dentro del conjunto, y a su vez influye en la clarificación de los elementos del programa arquitectónico. Para el plan de conjunto se realizaron los diagramas de tres importantes factores, los usos de cada espacio, la movilidad por distintos medios dentro y en el perímetro del conjunto, el flujo hídrico entre los distintos elementos del programa. Cada diagrama aporta con conclusiones específicas del tema que desarrolla, pero a su vez alimenta de manera general al diseño final del plan de conjunto.

El entendimiento de los distintos flujos como el de agua, el peatonal, de producto, vehicular y bicicleta señalan puntos nodales para el desarrollo de distintas actividades que se transforman en espacios de plazas con distintos enfoques y jerarquías; las disposiciones de las plazas son en base a su interacción con las estructuras construidas, los flujos y su conexión con el canal. La implementación de un sistema de manejo de agua tanto para proteger la grieta como para hacer un uso efectivo en el sitio, se logra una captación para uso en el mercado y riego de espacios abiertos.

GRAFICO 69. Diagramas de estudio de los predios intervenidos.



Diagrama de usos.

Aquí se presentan las edificaciones existentes y las planteadas por el proyecto, estas señalan qué zonas deben ser enfocadas a un uso específico. De esta forma se establece cuáles puntos pueden funcionar como intervenciones de paisaje, espacio público o plazas. Los recorridos peatonales entre las edificaciones y espacios abiertos son los que dictan el uso de estas zonas, enmarcando los recorridos se plantean intervenciones de paisaje, en las áreas de mayor dimensión entre los elementos del programa arquitectónico se establece el espacio público y las distintas plazas que se forman entre las edificaciones llevan su uso en relación con las necesidades del programa con el que conviven.

GRAFICO 70. Diagramas de estudio de los predios intervenidos. Diagrama de usos. Elaboración propia

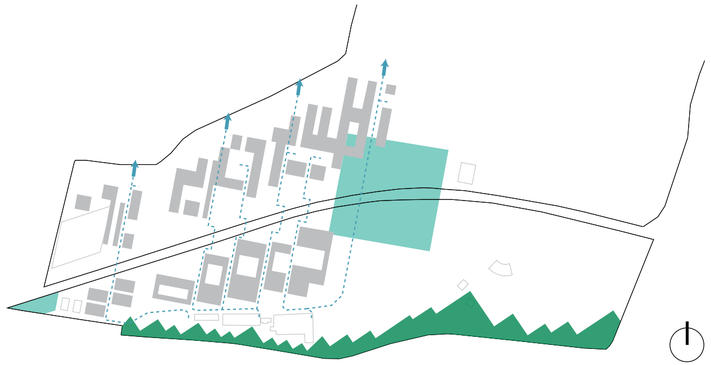


Diagrama de flujo hídrico.

Este diagrama se basa en las estrategias de captación de agua y las áreas de biorretención, propone las rutas de movimiento del agua, su punto de origen y final dentro del conjunto. Los puntos de origen principales son las terrazas en el borne sur del conjunto y las estructuras de captación en la zona del mercado de flores, desde un punto central se canalizará y dirigirá a plazas, áreas verdes, espejos de agua o en dirección al canal. El flujo de agua dentro del conjunto busca alejarla del eje de grietas para evitar una magnificación de dicha problemática.

Red de agua captada
Descarga de agua
Plazas captadoras
Estructura con captación de agua pluvial
Terrazas de biorretención
Grietas geotécnicas

GRAFICO 71. Diagramas de estudio de los predios intervenidos. Diagrama de flujo hídrico. Elaboración propia

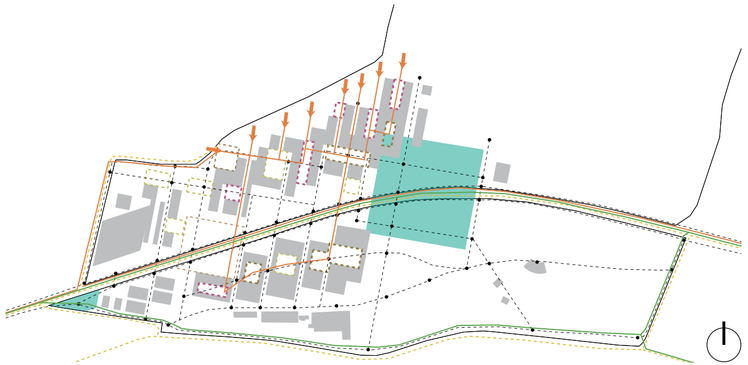


Diagrama de movilidad.

Los distintos tipos de usuarios y las posibles formas de desplazarse dentro del conjunto generan redes de recorridos con el potencial de crear espacios. Para el plan de conjunto se dio prioridad a los andadores peatonales y de bicicleta, otorgando conexiones directas a todos los puntos del conjunto, los andadores peatonales se canalizan por la parte sur y central del conjunto, aprovechando este recorrido para la implementación de zonas de carga y descarga para el mercado de flores. Las plazas tienen como función el conectar recorridos, por lo que se convierten en nodos de tránsito, dependiendo de la función de esos recorridos es que se define la tipología de la plaza.

Andador peatonal
Andador Vehicular
Andador Bicicleta
Andador Producto
Descarga de Producto
Plaza Principal
Plaza Almacenamiento
Plaza Recreación
Plaza Venta
Estacionamiento
Grietas geotécnicas

GRAFICO 72. Diagramas de estudio de los predios intervenidos. Diagrama de movilidad. Elaboración propia

PLAN DE CONJUNTO

La propuesta final del plan de conjunto prioriza principalmente la adaptación de los predios, sus usos y sus habitantes a las condiciones de grietas evidenciadas después del sismo. Por medio de factores como la protección de toda la zona considerándola un área de amortiguamiento, la interconexión entre los predios y sus usos, la reestructuración y recuperación de espacios en abandono o en malas condiciones y la incorporación de infraestructura existente en el sitio, se busca desarrollar en conjunto todos los predios, así como utilizar el potencial y las características de cada uno de estos para un beneficio común que contribuya de forma positiva al entorno natural y social de San Luis Tlaxialtemalco.

La reestructuración del conjunto comienza con el mercado de flores y su anexo, los cuales representan una actividad económica muy importante para gran parte del pueblo, se propone una nueva disposición de las estructuras de locales bajo los ejes de composición norte - sur que bajan desde la zona chinampera, simulando una continuación de las chinampas hacia dentro del conjunto.

El canal al norte del mercado es reactivado para conectarlo directamente con la zona chinampera, así se crea una ruta de acceso para los productores con el centro de venta, también se implementan cuatros puntos con embarcaderos a lo largo de la colindancia entre el mercado y el canal. La disposición de las estructuras del mercado busca formar plazas con diversas funciones, aquí se pueden encontrar sitios de almacenamiento, venta o recreación, además, todas ellas son nodos de o puntos de convergencia entre los distintos andadores del conjunto.

En la Zona Cultural se propone la recuperación y rehabilitación de los inmuebles que se encuentran en desuso, la franja de fábricas abandonadas, para convertirlos en espacios educativos y culturales, el rescate de estos edificios involucra el mantenimiento y remodelación de los espacios exteriores e interiores, pero no simboliza ningún cambio de ubicación o actividad constructiva de gran escala. Así mismo se propone que estos espacios funcionen como un parte central del sistema hídrico del conjunto convirtiéndolo en un punto



GRAFICO 73. Planta de conjunto. Elaboración propia.

de control, distribución y abastecimiento para todos los predios.

La intervención dentro del Bosque de San Luis contempla la implementación de terrazas, en todo el borde sur del conjunto, con diversas células de biorretención que permitirán capturar y distribuir la acumulación de agua con el motivo principal de prevenir la llegada al eje de grietas, para así evitar agravamientos del territorio. Así como diversas plazas que dotaran de áreas de recreación, encuentro y acondicionamiento físico a los usuarios. De igual forma, la configuración del bosque se basa en la señalización y correcta ocupación del eje de grietas, convirtiéndolo en el principal andador de todo el conjunto, el cual recorre por la mitad del bosque delimitando áreas verdes y de esparcimiento a sus costados. Con esto se busca la protección de esta zona de vital importancia para el desarrollo de los habitantes de la zona.

La conexión entre los distintos elementos del plan se configura por medio de la plaza central, este espacio converge con una de las esquinas de cada predio, proporcionando un espacio mutuo y de fácil acceso a cada sección del conjunto. Esta plaza busca crear interacciones entre los usuarios de los distintos elementos del programa y facilitar un espacio de esparcimiento a los peatones de la zona. Como se mencionó anteriormente se propone la intervención del eje de grietas como un andador peatonal el cual cruza todo el largo del conjunto, este eje se delimitó para concientizar a los usuarios de su existencia y se distribuyeron bancas, micrómetros - espacios techados para el descanso de los peatones durante el recorrido. Este eje conecta el Bosque de San Luis, el anexo del mercado de flores y las viviendas, proporcionando áreas de descanso y recreación que señalan la importancia de la situación de agrietamientos para la zona. Por último, se establecieron recorridos peatonales a lo largo de todo el conjunto, de esta forma se puede transitar por completo entre los elementos del programa, eliminando intangiblemente la barrera física que crea la Avenida Año de Juárez. Perpendicularmente al eje de las grietas, y justo en medio de los predios, se fortalece el andador ya establecido y altamente utilizado, el cual sirve para conectar a los usuarios, que bajan de las colonias aledañas en la parte sur del conjunto, hacia los mercados, el centro de educación, el pueblo de San Luis, la zona chinampera y ejidal.

Otro elemento de reestructuración fueron las viviendas de la zona, el proyecto plantea un

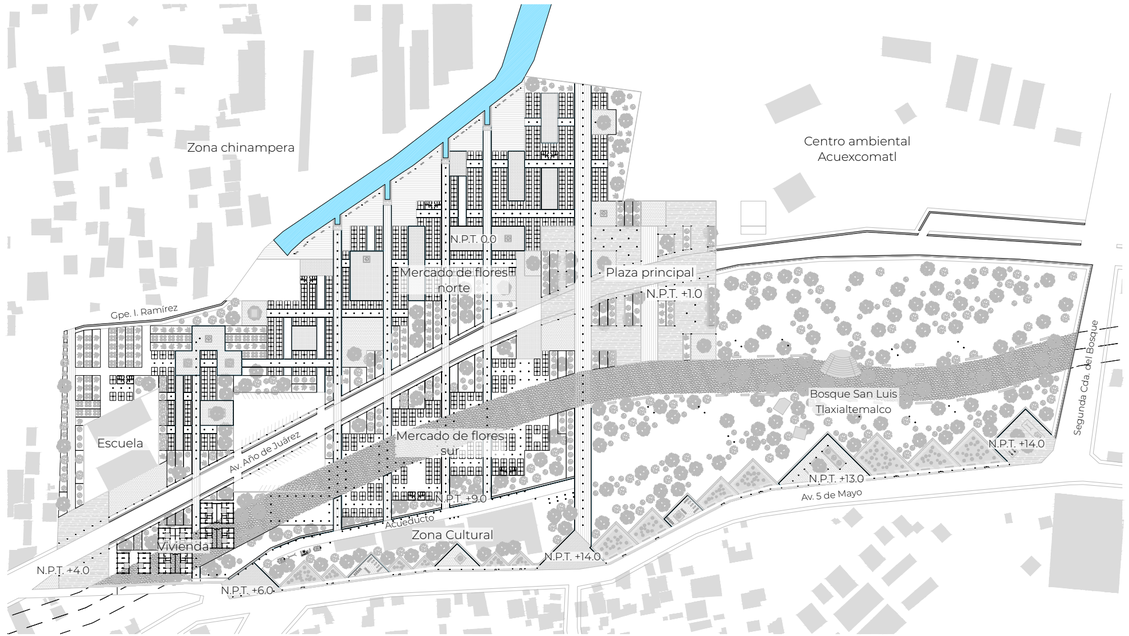


GRAFICO 74. Planta arquitectónica de conjunto. Elaboración propia.

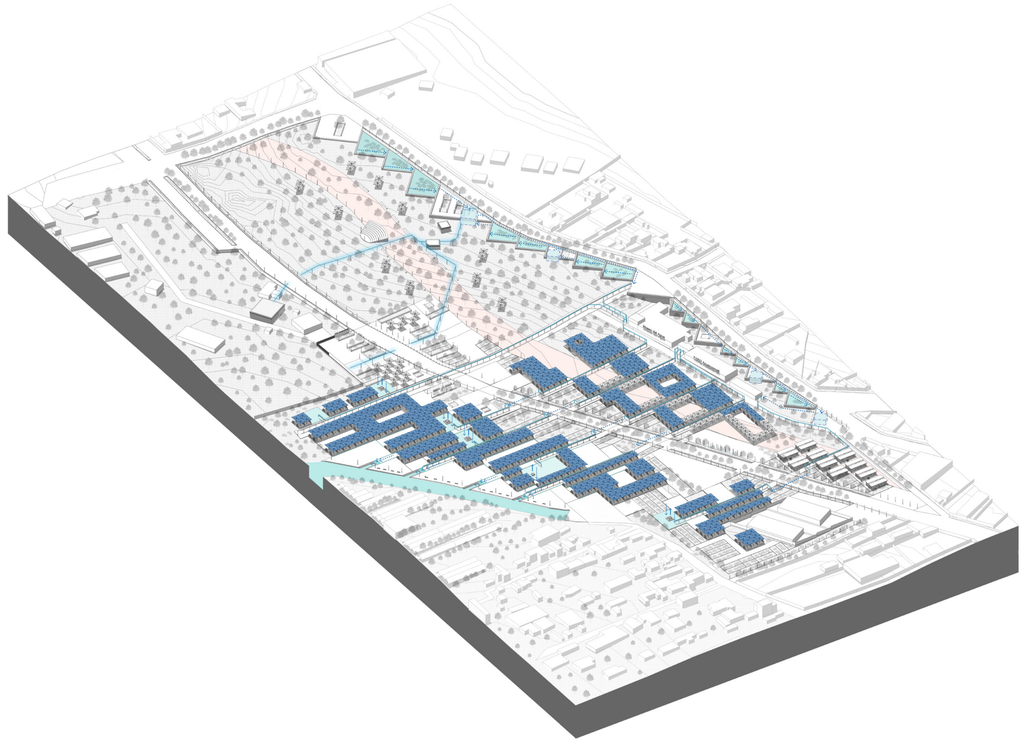
conjunto de prototipos de vivienda que no solo resuelva las necesidades de techo para los habitantes, sino que también tenga la posibilidad de adecuarse a las condiciones de hundimientos y agrietamientos del sitio. Estas viviendas se encuentran en la parte inferior izquierda del conjunto, justo por el paso del eje de grietas, su localización permite explorar las posibilidades de la implementación de una estructura directamente sobre la grieta y otorgarle un carácter más privado separando esta sección con los otros elementos de carácter público. Estos elementos se encuentran conectados con el resto del conjunto por medio de andadores peatonales, y la plaza propuesta en la esquina del predio de costado izquierdo.

El emplazamiento de los distintos elementos del programa arquitectónico buscó no afectar de manera importante la vegetación existente del sitio, en su mayoría fueron respetados, y en los casos donde fue completamente necesario estos árboles fueron localizados a otro punto del conjunto.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HÍDRICO DEL SITIO

El planteamiento general del proyecto se basa en la protección del territorio, evidenciar sus características y tratar de entablar una relación entre este y los habitantes. El recurso hídrico en la zona, como en la ciudad, presenta situaciones drásticas y contrastantes, temporadas de lluvia que ocasionan encharcamientos e inundaciones en varias áreas, así como periodos de estiaje que cada vez se vuelven más frecuentes.

Esta problemática influye directamente en los usuarios de la zona debido a que el liquido representa un elemento fundamental para el desarrollo de las actividades económicas de la zona. Debido a esto el proyecto busca implementar diversas estrategias que tomen las problemáticas del sitio y se conviertan en posibles métodos de solución para los usuarios, todo esto tomando en cuenta las condiciones de agrietamiento que regirán todo su desarrollo.



Uno de los factores para que la grieta siga en crecimiento es la filtración de agua, por lo tanto se propone un sistema de terrazas como método de protección a la franja de grieta por medio de redireccionamiento de los flujos hídricos y creación de zonas de retención. De manera complementaria se crean andadores, plazas, miradores, espacios de recreación y accesos en el espacio público del Bosque de San Luis Tlaxialtemalco.

GRAFICO 75. Axonométrico de conjunto del sistema hídrico.. Elaboración propia.

1. SISTEMA DE TERRAZAS

Su objetivo es captar las aguas pluviales y de escurrimiento superficial provenientes de las barrancas del volcán Teuhtli, perteneciente a la Sierra del Ajusco-Chichinauhtzin, y con esto controlar la llegada excesiva de agua al sitio, que sufre constantes encharcamientos en la parte sur del bosque. **Mediante la retención se pretende evitar la llegada de un volumen importante de agua a la grieta, lo cual propiciaría condiciones propensas al fracturamiento hidráulico, agravando el problema de agrietamiento actual.**

El sistema permitirá el tratamiento de las escorrentías a través de vegetación y varias células de biorretención, que gestionen mejor la escorrentía, mediante un diseño adaptable a la topografía del terreno y que, además, ofrecerá espacios de descanso y de recreación para las personas que visiten esa zona, actualmente subutilizada, del bosque.

- **BIORRETENCIÓN**: primer filtro de control y limpieza en zonas deprimidas; funciona como sistema de drenaje urbano para mejorar el control de la calidad del agua. Se compone por una franja de gravas, que reduce la velocidad de la escorrentía y elimina los contaminantes, una franja vegetal, dren (o área de entrada) colector de arena o gravilla, *mulch* (o filtro orgánico), una membrana de contención y, finalmente, un desagüe de emergencia. El volumen de calidad de agua es infiltrado a través del preparado edáfico, luego sale por el sistema de drenes para ser almacenado en cisternas y, posteriormente, es enviado a la red de tuberías del bosque.

Debido a que "*en época de estiaje, se presenta un desabasto del recurso agua, sobre todo en la parte alta del bosque*" [40], como parte de las **estrategias de atención para las áreas verdes del bosque de San Luis Tlaxialtemalco, generadas en el PMAVABSLT** (Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental Bosque de San Luis Tlaxialtemalco), se encuentra el abastecimiento de una cisterna, y con ello el aseguramiento de riego de las áreas verdes del mismo. Por lo anterior, **el agua recuperada por las terrazas será redistribuida a través del Museo del Agua y a las diversas cisternas**

40. Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 44. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

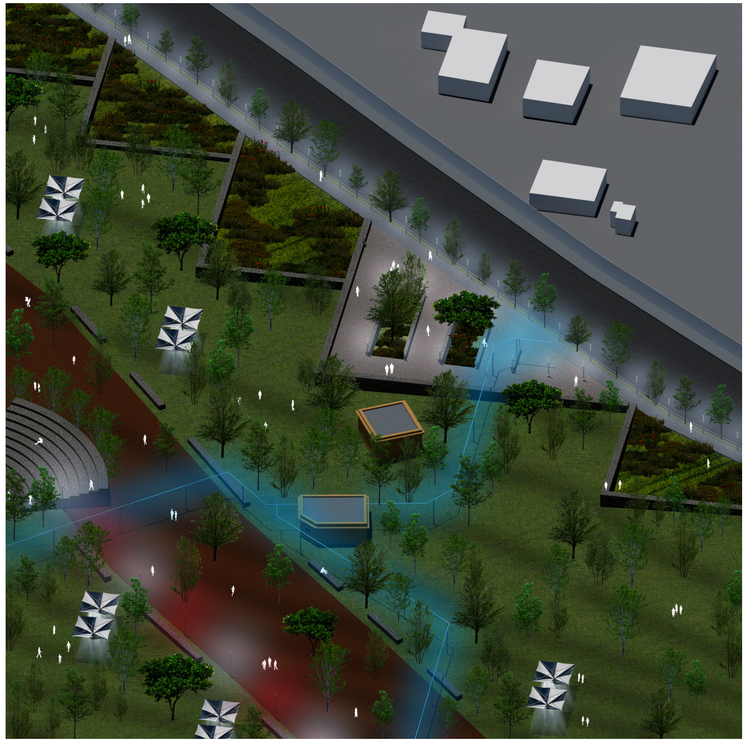


GRAFICO 76. Axonométrico de zona de bosque con el sistema de terrazas. Elaboración propia.

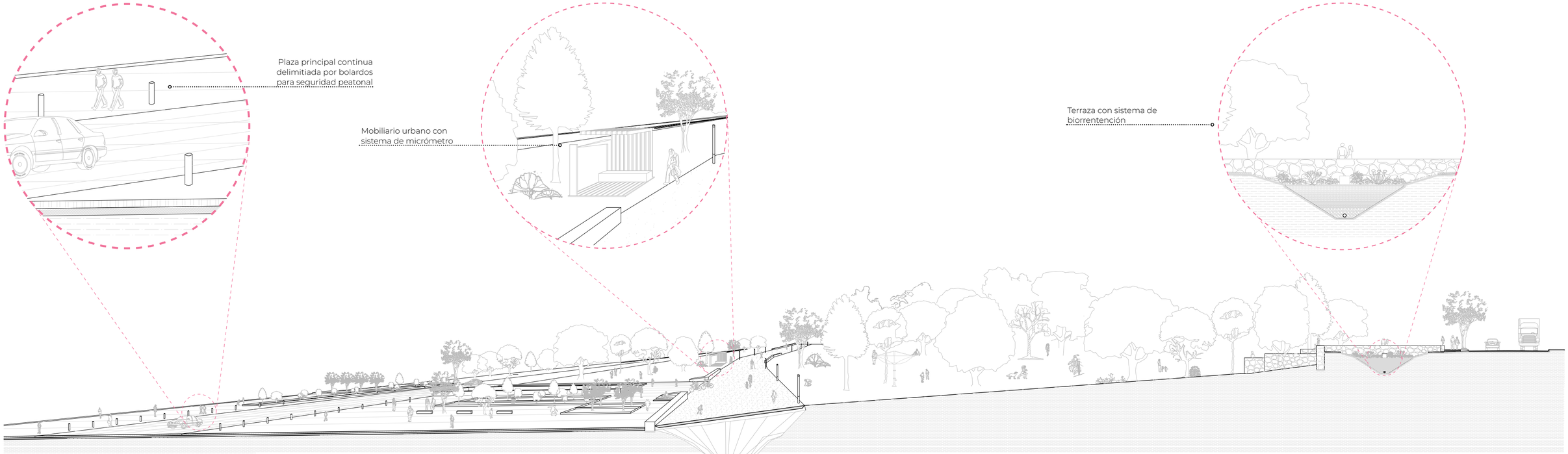


GRAFICO 77. Corte perspectivado Plaza central - Terrazas. Elaboración propia.

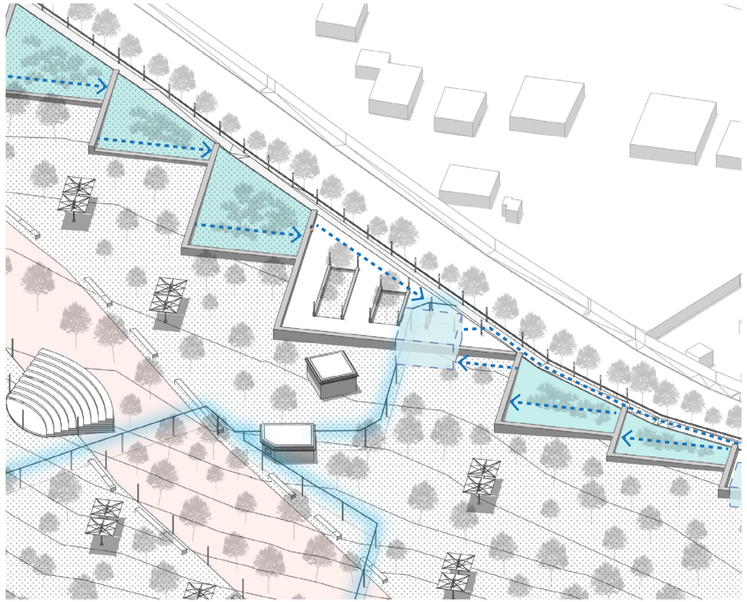


GRAFICO 78. Zoom a zona de bosque del axonométrico de conjunto del sistema hídrico.Elaboración propia.

propuestas, localizadas en la franja sur del sitio, para un abastecimiento adecuado que permita el uso de riego del mismo parque, así como del mercado, durante la temporada de estiaje.

Entre varias de las células de biorretención se encuentran terrazas, dedicadas a recreación y esparcimiento de los usuarios, donde se encontrarán las cisternas anteriormente mencionadas, que funcionarán para almacenar y distribuir el exceso de agua. Estas terrazas se usarán como espacios de encuentro, descanso, actividad físico-deportiva o recreación infantil.

Se propone una intervención artística/ visual como complemento, la cual mostrara superficialmente el recorrido original del acueducto y vertedero, conectando visualmente por medio de un sistema tubular linear de LED, el inicio de este en la casa de bombas con el vertedero y la zona de salida en las terrazas del bosque. *(Ver "GRAFICO 76. Axonométrico de zona de bosque con el sistema de terrazas. Elaboración propia." pag. 297)*

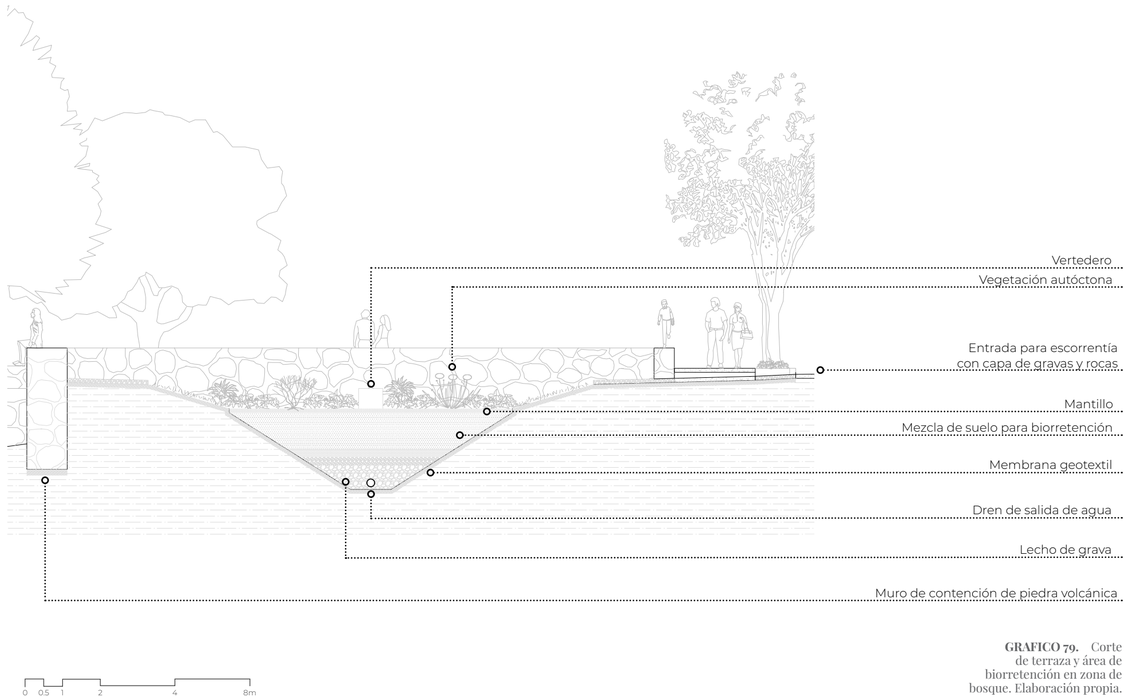


GRAFICO 79. Corte de terraza y área de biorretención en zona de bosque. Elaboración propia.

2. MUSEO DEL AGUA

Para el 'Subprograma de Educación Ambiental', del PMAVABSLT, es elemental "*revalorar las potencialidades de la infraestructura, instalaciones y de los espacios que actualmente conforman el AVABSLT* (Área de Valor Ambiental bajo categoría de Bosque Urbano el denominado Bosque de San Luis Tlaxialtemalco), para integrarlas como espacios para el desarrollo de actividades educativas"[41]. **En ese sentido, el nuevo museo del sitio alojará en sus instalaciones la infraestructura necesaria para el almacenamiento, tratamiento y distribución del volumen de agua por desbordamiento, derivado de las terrazas y áreas de biorretención, para luego bombearlo por encima de la grieta y dirigirlo hacia las viviendas, el mercado y, finalmente, verterlo en los canales de las chinampas**. Además, los espacios expositivos, recuperados de una serie de bodegas abandonadas y una antigua fábrica de derivados y fermentos lácteos, en la calle Cerrada de Acuexcomac, contarán con un programa museográfico capaz de resguardar y exhibir archivo histórico valioso, relacionado con la historia del tratamiento del agua en la ciudad, y específicamente en la Delegación de Xochimilco. Fungirá como un órgano vivo, preservador de la memoria colectiva y comunicador de la tradición hídrica y técnicas tradicionales de cultivo chinampero de los pueblos originarios de Xochimilco.

Otro de los objetivos del Subprograma de Educación Ambiental, es "*involucrar a instituciones y dependencias externas, en el desarrollo de programas de Enseñanza Ambiental, mediante financiamiento, promoción y ejecución de eventos relacionados con la Protección del Ambiente y Desarrollo Sustentable*".[42] Por consiguiente, el programa cultural del Museo del Agua, se desarrollará en estrecha colaboración con los diferentes FARO (Fábrica de Artes y Oficios) de la Secretaría de Cultura, y podría complementarse con la impartición de talleres y actividades calendarizadas.

Como se mencionó anteriormente, en el capítulo 6, el sitio del bosque de San Luis está dentro de una zona de monumentos históricos, declarada por el INAH. La casa de bombas principal, conocida vulgarmente como "La Fiusa", que alguna vez captó las aguas del manantial

41. Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 64. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

42. Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 64. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

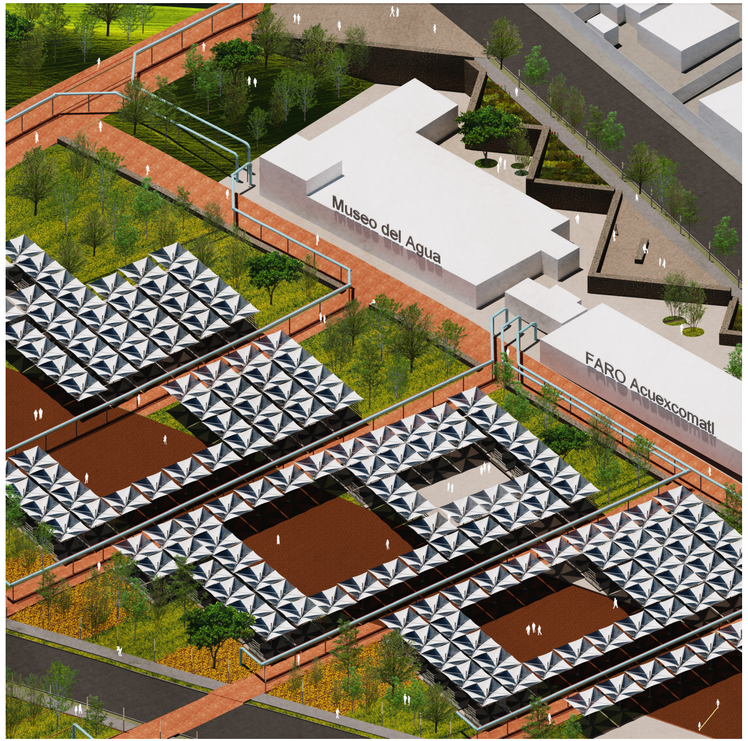


GRAFICO 80. Axonométrico de zona de cultural y anexo del mercado. Elaboración propia.

ubicado dentro del bosque, actualmente se puede ver en la entrada del Centro de Educación Ambiental de Acuexcómatl. Con esta casa y otra más (casa de bombas secundaria) localizada en el diámetro del ex manantial, las cuales "*cuentan con sus motores casi intactos, con los restos del manantial, con el vertedero, el canal de desfogue y el inicio del acueducto en la parte del bosque que no está recubierto de concreto se debe construir el museo del agua*"[43]. Debido a las perfectas condiciones en las que se encuentran dichas edificaciones, las únicas rehabilitaciones considerables a tomar en cuenta dentro del bosque son: las bodegas en desuso ubicadas sobre la calle Cerrada de Acuexcomac, antes mencionadas, el vertedero, con su canal de desfogue hacia los cuerpos de agua de las chinampas, y, por último, un edificio que fungió como bodega localizado en el corazón del bosque, el cual se encuentra deteriorado en su exterior *(Ver "IMAGEN 97. Estado actual - Bloque 4 - Vista de la bodega del parque. Iván Rangel Padron (2017)" pag. 238).*

El Museo de Agua de San Luis Tlaxialtemalco es un intento por salvaguardar la historia del pueblo, ligada a los recursos lacustres que se niegan a morir. La ciénega siempre presente en la vida de los "petlaxiles", en conjunto con el manantial, la mejor fuente de dotación del antiguo lago de Xochimilco, y el bosque, que representa el lugar en donde todo inició como pueblo originario, cargado de una identidad propia que literalmente brotó desde sus entrañas.

"Las dos casas de bombeo de San Luis y el ojo de agua deberían haberse transformado ya en el "Museo del Agua". También estamos esperando, todavía, una restauración— adecuación, rescate y dignificación del sitio acuífero más importante de la cuenca hidrográfica del valle de México." [45]

De acuerdo con el 'Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental del Distrito Federal', con la categoría de 'Bosque Urbano', el denominado Bosque de San Luis Tlaxialtemalco, por tratarse de un bosque con cultura, "debe ser protegido por todas las instancias porque aquí inicia una historia de vida de la propia Ciudad de México que le dio, y hasta la fecha le proporciona, la mejor agua potable que consume." [44]

43. Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 17-18. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

45. Canabal Cristiani, B., Nemer E., Narchi N. (2014). El agua en los pueblos del sur de México. México: UAM, Xochimilco. Recuperado el 16 de mayo del 2021, de https://agua.org.mx/biblioteca/el-agua-en-los-pueblos-del-sur-de-la-ciudad-de-mexico-2/

44. Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 19. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.



GRAFICO 81. Vista de pasillo en anexo de mercado de flores hacia Zona Cultural. Elaboración propia.

3. RED DE DISTRIBUCIÓN Y DESALOJO DE AGUA TRATADA

La red de tuberías surge ante la necesidad de evitar la infiltración en un suelo agrietado, así como la de alimentar el nivel de agua de la red canalera subsistente; se trata de una reinterpretación de la infraestructura preexistente que conforma el acueducto, alguna vez diseñada para abastecer de agua a toda la población de la ciudad demandante, a través del entubamiento de los manantiales. **En esta ocasión, la decisión de entubar el agua proveniente de las escorrentías, representa la acción de resarcir el daño provocado por el despojo del recurso, buscando restaurar el balance hídrico del lugar.**

El despojo de las aguas de Xochimilco inició el 18 de julio de 1905 con la construcción de las casas de bombas y el armado del acueducto in situ desde el pueblo de Tlaxialtemalco hasta la colonia Condesa, trayecto de 32 kilómetros para abastecer de agua a una población de cerca de medio millón de habitantes.[46]

Los manantiales, al ver interrumpido su libre cauce hacia los canales y lagos, provocaron el estancamiento de las aguas y una baja considerable en el nivel freático con su consecuente contaminación que repercutió negativamente en la población del lugar, pues afectó el cultivo de las chinampas, obligando a los campesinos a realizar actividades no agrícolas o bien a buscar otro tipo de actividad económica. La fauna acuática y la vegetación desaparecieron casi en su totalidad. El agua de los canales, antes potable, quedó anegada y sucia a tal grado que los pobladores de Xochimilco tuvieron que comprar una bomba para extraer el agua de una fuente pública localizada en el centro del pueblo, pues no tenían el servicio de agua potable. [47]

Las tuberías funcionarán como un **sistema de cauce artificial que transforme las condiciones hídricas y edafológicas desfavorables del lugar**, al mismo tiempo que ofrezca una red de orientación visual y educativa en torno al tema del agua, hasta cierto punto lúdica, en el espacio público del Bosque de San Luis. **Por su flexibilidad, dentro de sus funciones se incluyen elementos como sombra artificial, alumbrado, acceso directo al recurso hídrico** en diversos puntos (locales de mercados y plazas),

46. Canabal Cristiani, B., Nemer E., Narchi N. (2014). El agua en los pueblos del sur de México. México: UAM, Xochimilco. Recuperado el 16 de mayo del 2021, de https://agua.org.mx/biblioteca/el-agua-en-los-pueblos-del-sur-de-la-ciudad-de-mexico-2/

47. Peralta Flores, A. (1991). El Acueducto de Xochimilco. *Boletín de Monumentos Históricos, núm. 13*, 26. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/issue%3A1953

información (voz y datos), juegos, etc., en un sistema unitario que recorrerá la mayor parte del área de intervención, adaptándose a las necesidades (requerimientos) y condiciones de cada zona, a través de una estructura modular de tubos circulares y soportes metálicos. Dichos soportes se encontrarán apoyados sobre pequeños dados, de concreto armado, colocados a distancias de 5 m en el sentido longitudinal de las tuberías. La intención de utilizar un sistema de apoyos a lo largo del terreno surge como respuesta al hundimiento y los asentamientos irregulares presentados en el sitio. Éstos tienen la función de distribuir el peso total de la red y poder disminuir la presión y las cargas puntuales ejercidas sobre el suelo, lo cual permitirá que la estructura responda uniformemente a los diferentes asentamientos y, en un caso extremo, reemplazar o reubicar los dados con facilidad, sin correr el riesgo de presentarse fracturas o rompimientos en las tuberías.

A todo lo largo de la red de tubos, se integrará un sistema de bombeo y de riego , así como de iluminación independiente que, en referencia al Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental del Distrito Federal, complemente la falta de alumbrado público que actualmente representa un problema debido a que genera desconfianza por parte de la población del lugar. De acuerdo con el Programa de Manejo, "la infraestructura externa alrededor del Bosque de San Luis Tlaxialtemalco, parece ser suficiente hasta estos momentos a excepción del alumbrado público." [48]

"Contar con espacios modelo para que el ciudadano identifique alternativas de solución a las problemáticas ambientales y de recursos." [49]

El sentido educativo de la propuesta de las tuberías de agua aparentes surge de la idea de traer a discusión el tema hídrico urbano, haciendo manifiesto el recurso dentro del proyecto a través de las rutas de la infraestructura hidráulica que componen el sistema y el uso del color como herramienta lúdica; así como del ánimo por rescatar tanto la memoria colectiva como la vocación recreativa que representa el sitio para el pueblo de San Luis Tlaxialtemalco y los pueblos aledaños. **Este sistema tiene la adaptabilidad y la ventaja de poder incorporar algunos elementos más del programa de infraestructura** como los micrómetros, juegos para niños, cámaras de seguridad y vigilancia , señalamientos y orientación; senderos, fuentes

48. Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, No. 1906 Décima Séptima Época, 36. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

49. ---------- (2014). Gaceta Oficial del Distrito Federal, No. 1906 Décima Séptima Época, 27. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

de las plazas, luminarias solares, equipamiento y mobiliario, equipos para ejercicio, contenedores de residuos, entre otros.

El sistema buscara adecuarse a los probables cambios que el territorio pueda sufrir en un futuro debido a la situación de vulnerabilidad física, es por lo que se proponen elementos que puedan soportar los cambios ejercidos por diversos factores. Los soportes del sistema hídrico funcionaran como elemento mecánico de ajuste vertical por medio de la unión de dos elementos tubulares, uno de menor diámetro que se deslizara dentro del otro, con los cuales se podrá ajustar la altura gracias a la colocación de pasadores elásticos ranurados entre estos. El tubo de menor tamaño soportara la placa de acero donde se sentarán los tubos que conformaran el sistema hídrico y los sistemas complementarios.. Como elemento adicional, se propone la implementación de juntas de expansión, como método de unión flexible, para los sistemas de tuberías debido a que estas pueden lograr un amortiguamiento del movimiento ante futuros eventos naturales. Adicionalmente las juntas pueden reducir las vibraciones del sistema y las deformaciones debido a cambios térmicos, de presión, desgaste o asentamientos del terreno.

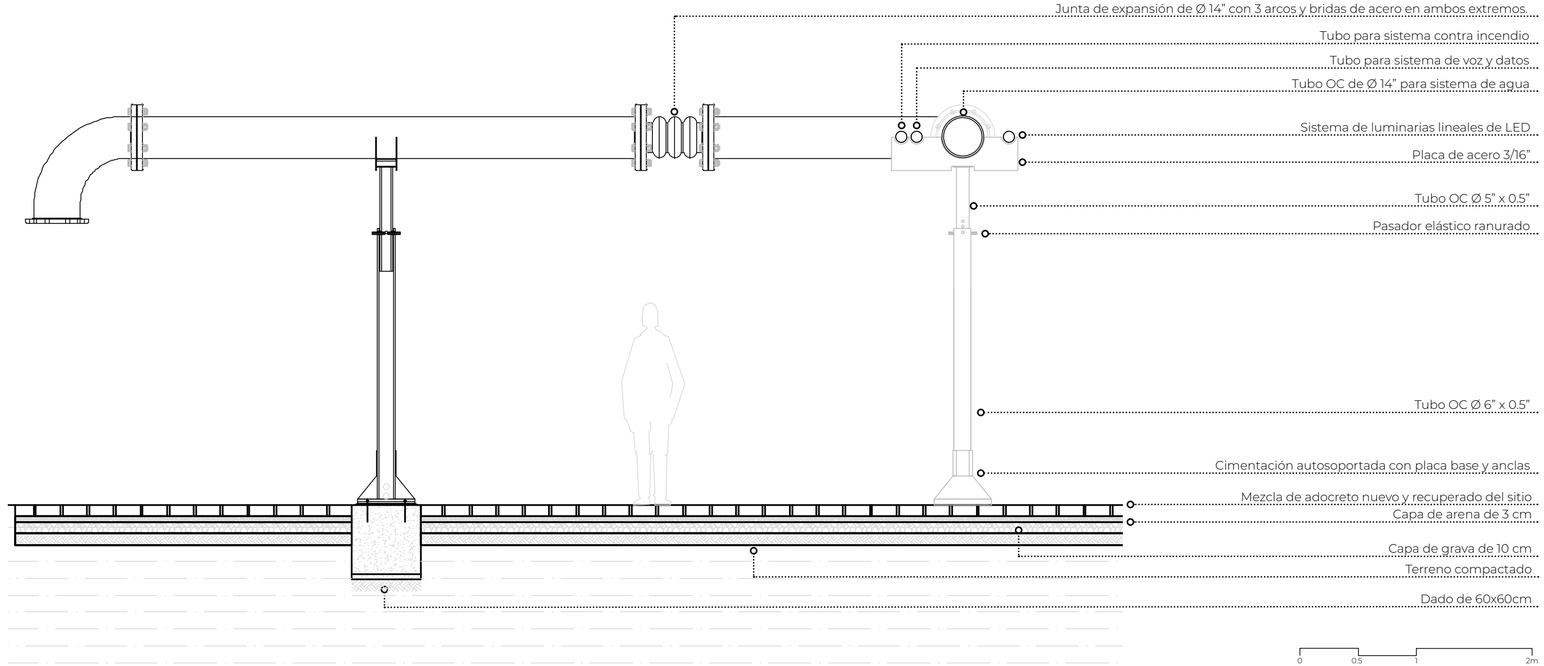


GRAFICO 82. Corte y alzado de criterio de red de distribución y desalojo de agua tratada.Elaboración propia.

4. ESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN DE AGUA

La reestructuración del mercado de flores y su anexo forman en gran parte la propuesta de equipamiento en la zona. En este punto se concentra la remuneración económica de la actividad más importante para los habitantes de San Luis Tlaxialtemalco y los pueblos originarios colindantes, la venta de flores y otros artículos de la producción chinampera. Por esta razón se plantea un sitio con un mayor atractivo para los compradores, con espacios que fortalezcan las actividades de venta de productos y que a su vez puedan aportar a la propuesta general de conjunto involucrando espacio público incluyente para los usuarios que no se relacionan con la función principal del mercado.

El emplazamiento del mercado dentro del conjunto busca seguir con los ejes rectores de las chinampas y zona chinampera colindantes al norte, simulando una continuidad hacia dentro del pueblo. Se eliminó el mercado de comida que se encontraba abandonado y las estructuras del mercado se extendieron a lo largo de todo el predio, formado bloques e hileras de locales. Entre estos bloques de locales se presentan plazas con distintos usos y andadores que conectan con otros puntos del proyecto, la intención principal es mantener la conexión entre todos los bloques del mercado y su anexo, de esta forma se establece una red de recorridos que te llevan por los locales, las plazas y las intervenciones de paisaje que se presentan en el conjunto.

Para la arquitectura de los locales del mercado, cubiertas y otras estructuras que conforman el programa, **se planteó en una estructura resistente, ligera y replicable** con la cual se lograran repartir las cargas de estas en diversos puntos a lo largo del terreno, asimismo esta tendría que ser de **fácil construcción, con movilidad y adaptable** a las condiciones cambiantes del sitio. Con base en lo anterior **se pensó en una estructura replicable de paraguas invertido, debido a la compatibilidad de sus formas con la posibilidad de poder asegurar el recurso hídrico, por medio de la captación de agua pluvial, para los locatarios**, fundamental en el desarrollo de su economía. Cada local autosustentable recuperará y cosechará el agua suficiente para

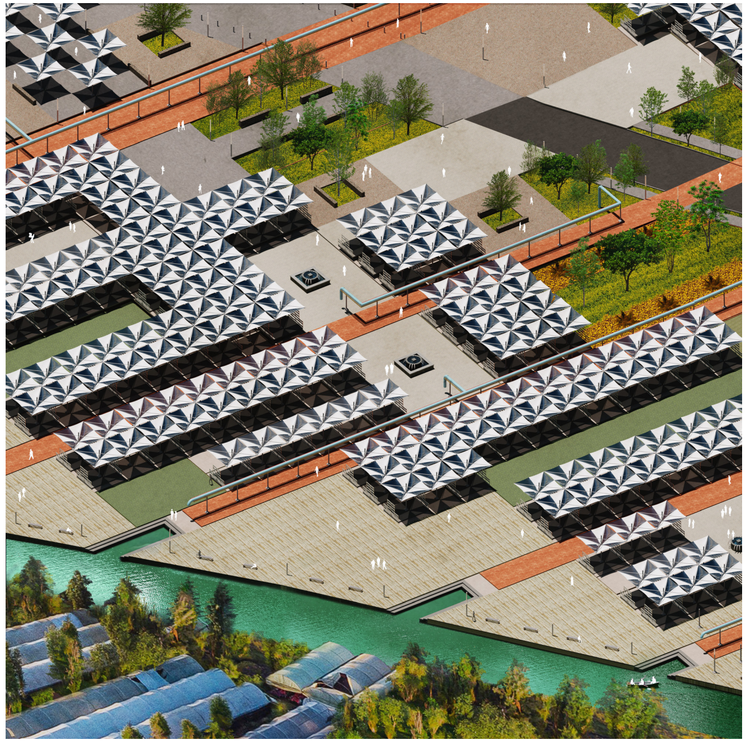
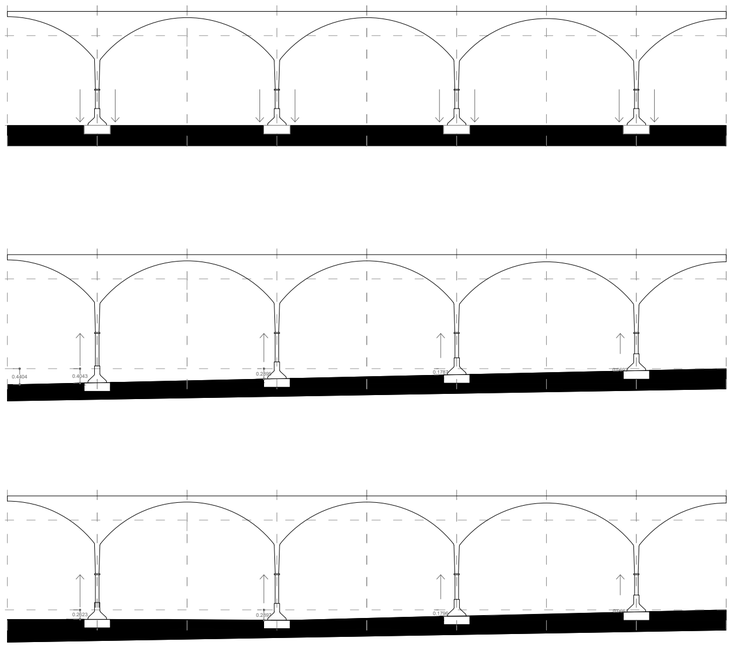


GRAFICO 83. Axonométrico de zona del mercado y muelles. Elaboración propia.



La cimentación brinda la oportunidad de adecuarse a los movimientos de hundimiento en el terreno, la compensación de altura permite guardar la horizontal en la estructura; cada módulo puede modificarse de manera individual para contar con un mayor control en el cambio de su disposición.

GRAFICO 84. Diagrama generador de funcionamiento de estructura. Elaboración propia.

Las estructuras de paraguas invertido proporcionan espacios techados similares a presentes en el mercado, el planteamiento arquitectónico busca formar locales donde los productos puedan ser fácilmente manejables por los vendedores y compradores.

La capacidad de almacenamiento de agua en la parte superior de los paraguas proporciona acceso directo por parte de los vendedores, que pueden regar los productos o darle mantenimiento a áreas verdes colindantes.

La estructura y su cimentación variable permiten la constante modificación del mercado a los movimientos del suelo.

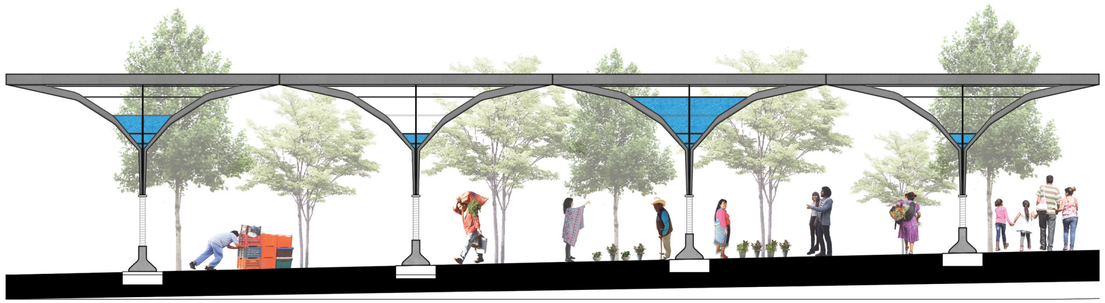


GRAFICO 85. Diagrama generador de funcionamiento de estructura. Vista lateral de las estructura propuestas para los locatarios del mercado de flores. Elaboración propia.

su operatividad y consumo diarios, al alcance de una llave, sin la necesidad de comprar pipas o depender de la red de agua potable. **El excedente total se verterá sobre el sistema de canales de los pasillos perimetrales a las áreas de los locales, con dirección a las cisternas de las plazas y hacia la red canalera de las chinampas.**

La estructura de paraguas invertido se logra con el uso de un poste principal de acero de 6", conformado por tres partes para poder brindar la posibilidad de un armado o desarmado mas sencillo en caso de requerirse. Este poste se apoyará en el sistema de zapata ajustable por medio de un tubo roscado de 6 ½" el cual le permitirá adaptarse a las condiciones desfavorables del sitio. La zapata podrá asentarse sobre una losa de concreto de 20 cm cuando sea dedicada hacia un local comercial, o a un dado de cimentación de 60 x 60 cm si estará sobre el terreno, y estará anclada a estos por medio de una placa de apoyo de acero y pernos de anclaje para así evitar problemas por volteo de cargas horizontales.

La tenso-estructura ubicada en la parte superior del paraguas se compone principalmente por una membrana Flexlight XTREM TX30-IV Serge Ferrari, la cual dará la forma para la captación de agua de lluvia, esta membrana ofrece durabilidad y condiciones favorables para climas rigurosos. La membrana está conectada en las esquinas del módulo al poste principal por medio de cuatro brazos centrales conformados por tubos de acero de 3", ligados por medio de reguladores de ½" enlazados a articulaciones metálicas en bisagra de ¼". Aunado a esto se utilizarán cables de 10 mm como elementos de sujeción adicional que estarán acoplados a los puntos medios de cada lado del paraguas, hacia la parte superior del poste principal, donde serán conectados a una tapa ciega bridada. La parte inferior de la membrana será sujetada en su parte inferior por medio de pernos a una linternilla central reforzada, unida directamente al tubo principal.

La membrana fungirá como elemento principal del sistema de captación de agua, el líquido se acumulará y bajará por gravedad hasta la parte inferior de esta, donde se conectará al poste principal, por medio de perforaciones de 2" ingresará a este y escurrirá por el centro hasta llegar al filtro recuperador de agua de lluvia Speeddy/GRAF. Este sistema permitirá al usuario conectar una manguera y poder tener acceso directo a este recurso y almacenarlo

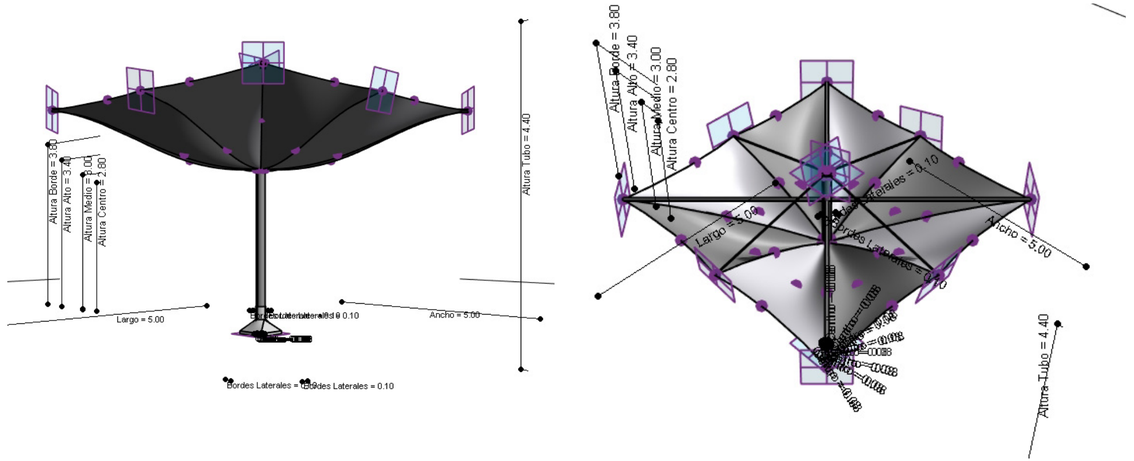


GRAFICO 86. Estudio y diseño del modelo 3D de la estructura propuesta. Elaboración propia.

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

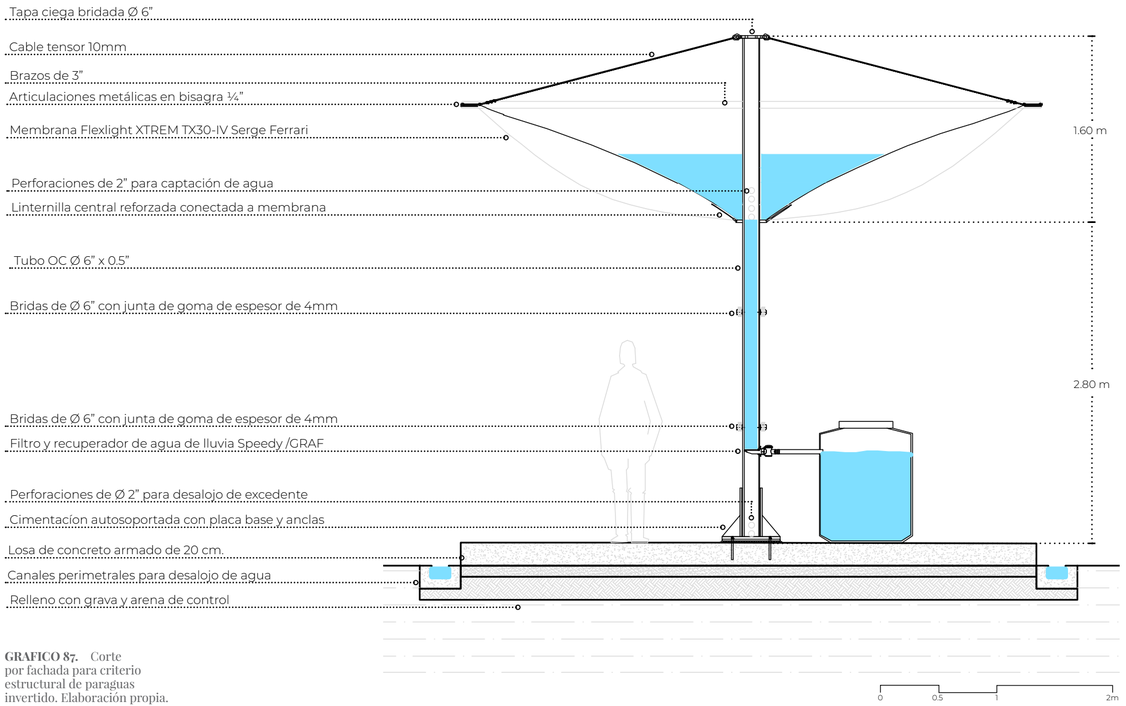


GRAFICO 87. Corte por fachada para criterio estructural de paraguas invertido. Elaboración propia.

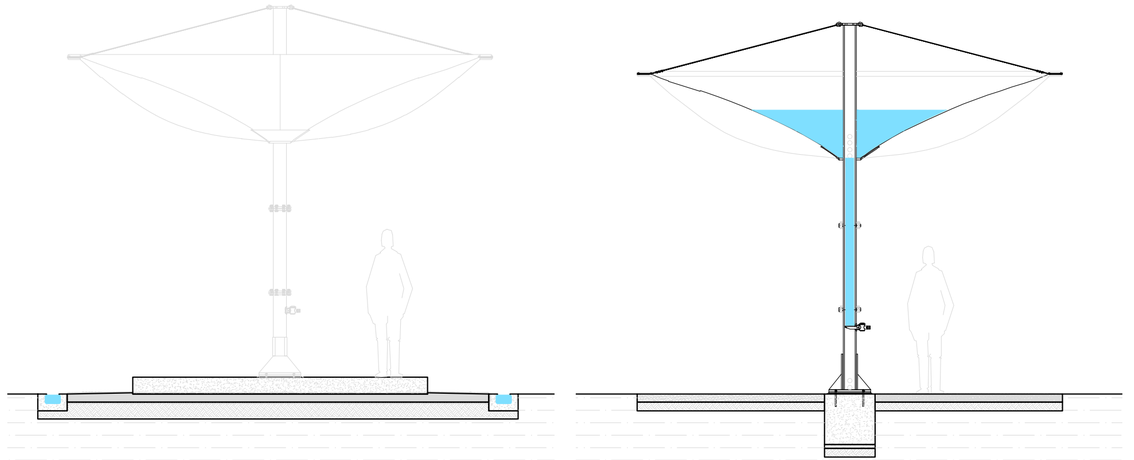


GRAFICO 88. Variables de uso y asentamiento para estructura de paraguas. Elaboración propia.

de acuerdo con sus necesidades. El excedente bajará hasta la base del tubo y saldrá de este por otro grupo de perforaciones del mismo tamaño para así poder llegar a los canales perimetrales para desalojo del agua que llevaran el líquido a las plazas o a la zona chinampera.

Conforme al PMAVABSLT, el Bosque de San Luis Tlaxialtemalco corresponde a la Zona 2 (Zona centro), de acuerdo a la zonificación de la precipitación media anual del Distrito Federal, donde se reporta un rango de precipitación de 600 a 800 mm y una media anual para la Delegación de Xochimilco de 704.1 mm.[50] .

Teniendo lo anterior en cuenta, y considerando todas las estructuras de captación de agua dentro del proyecto, las cuales suman un total de 581 (Paraguas mercado = 356; Paraguas Anexo Mercado 190; 15 plaza; 20 bosque), de los cuales 360 son locales comerciales; así como el área de captación de cada paraguas (5x5 m = 25m2) obtendremos un total máximo de captación directa de lluvia en locales de:

360 locales = 9000 m2 x (704.1 mm / 1000) = 6336.0 m^3/año

Y un posible total máximo de captación del recurso pluvial en el conjunto de:

581 paraguas = 14,525 m2 x (704.1 mm / 1000) = 10,227 m^3/año

La altura y flexibilidad del módulo permite implementar pequeñas áreas cubiertas debajo de la estructura, por lo que estos espacios se pueden transformar si es necesario generar zonas cerradas. De esta forma, se ubican núcleos de servicios al final de algunas filas de locales, proporcionando baños para los usuarios y zonas de almacenamiento para los vendedores. Esta posibilidad de transformación también puede ser utilizada para agregar nuevos espacios o transformar los que ya existen de acuerdo con las nuevas necesidades que surjan por parte de los usuarios, la propuesta busca la apropiación del sitio por parte de los habitantes para implementar nuevos usos y actividades.

Las estructuras que conforman los locales se encuentran emplazados en filas de distintas longitudes. Estas filas se componen por módulos de paraguas, cada módulo o estructura de paraguas mide 5 x 5 metros con una altura libre mínima de 2.80m en el centro

50. ---------- (2014). Gaceta Oficial del Distrito Federal. No. 1906 Décima Séptima Época, 25. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.



GRAFICO 89. Vista de plaza interior en el mercado de flores. Elaboración propia.

y una máxima de 3.80m en los bordes, cuentan con un único punto de apoyo central que les permite modificar su altura de acuerdo con los hundimientos o movimiento del suelo. El apoyo central de las estructuras de paraguas funciona con la misma lógica que el implementado en los prototipos de vivienda. El suelo del sitio, que se encuentra en constante cambio debido a las condiciones de hundimientos y grietas, presenta una variante en la posición de las estructuras que se apoyan en él, por esta razón la cimentación propuesta compensa esos movimientos con el objetivo de guardar un eje horizontal uniforme.

Debajo de los paraguas se ubican los locales de venta, en cada módulo se pueden ubicar hasta cuatro locales con medidas de 1.5 x 2.5 metros. Paralelos al sentido de la fila de paraguas se otorga un espacio de 1 m para la formación de los pasillos, que, en el caso de colocar dos filas juntas, se forman pasillos de 2 al interior, el objetivo es crear andadores y recorridos agradables para las personas que compran en el mercado, generando un acomodo de los productos donde visual y físicamente puedan ser accesibles para los compradores.

El equipamiento en el conjunto simboliza una importante carga cultural del pueblo de San Luis Tlaxialtemalco, además de aportar significativamente a la economía de sus pobladores, también, mantiene latente la tradición de la producción chinampera como medio de vida y de práctica de tradiciones por parte de los pobladores. Las estructuras y espacios propuestos buscan incentivar la producción y relacionarla con otras actividades en la zona, se busca una revalorización de los elementos que componen la producción - venta de productos de las chinampas para el beneficio de las personas que se ven ligadas a estas actividades, por esta razón, la propuesta establece acciones de rescate de canales y conexión con las chinampas, un mejoramiento de los espacios en donde se tiene acceso a los productos y la relación de estos factores con los usuarios, compradores o pobladores que visiten el sitio.

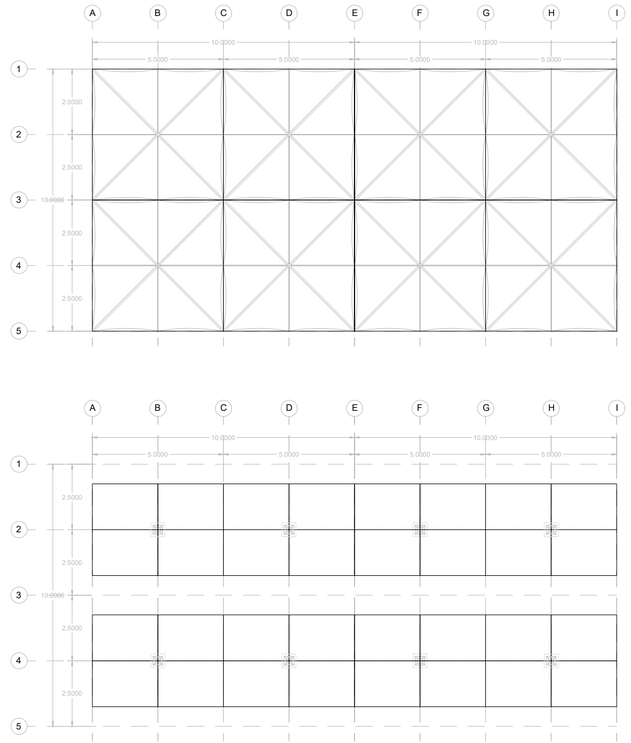


GRAFICO 90. Planta de techos (Arriba) y Planta arquitectónica (Abajo) en base al módulo de estructura para el mercado de flores. Elaboración propia.

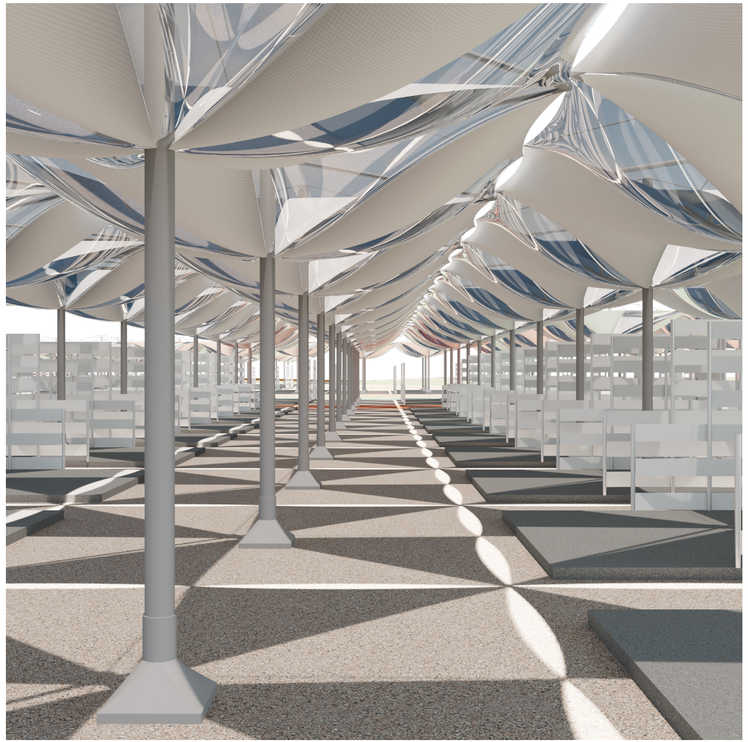


GRAFICO 91. Vista de acomodo de estructuras en mercado de flores.. Elaboración propia.



GRAFICO 92. Vista de pasillo de mercado de flores hacia zona chinampera.. Elaboración propia.

5. PLAZAS, FUENTES Y CANALES

La disposición de las estructuras para captación busca principalmente la creación de espacios que funcionarán como puntos de encuentro para actividades atractivas y servicios diversos (recreación, descanso, venta, almacenamiento de producto, etc.), así como para la obtención del recurso vital, necesario no sólo para el desarrollo económico de los habitantes del lugar, sino también para sus necesidades diarias. Tanto el área del mercado como el anexo contarán con estos espacios, aunque cada zona regirá sus funciones debido a sus características físicas.

El área del mercado de flores contará con 15 plazas en total de las cuales seis plazas representan un último esfuerzo por capturar y reutilizar el excedente de líquido, antes de su llegada a los canales de las chinampas, proveniente de las células de biorretención ubicadas a lo largo de la franja sur del proyecto de intervención, así como de las estructuras de captación de agua del mercado, y el remanente producido a partir del uso de riego por parte de los locatarios. Los canales perimetrales, localizados en los bordes de los locales, se encargarán de llevar este líquido hacia dichas plazas, que fungirán como cisternas y filtrarán el agua a través del pavimento permeable hacia los siguientes filtros de gravas ubicados debajo, donde se limpiará para su posterior almacenamiento y uso de los locatarios en las épocas de estiaje. Los locatarios podrán acceder al líquido en todo momento por medio de pequeños pozos.

Las cisternas están formadas por huecos revestidos, rellenos de material filtrante, con un pozo central de toma y canales laterales de entrada, donde se produce una decantación elemental. El agua pasa de los canales al interior de la masa filtrante, recorriéndola de arriba hacia abajo y entrando al pozo por su parte inferior, por medio del cual podrán volver a utilizar este recurso.

Todo el excedente de agua proveniente de todo el conjunto del sistema hídrico recorrerá los canales perimetrales hacia el norte del proyecto y pasará, por último, a través de unos filtros de gravas localizados a lo largo de la zona de muelles, para terminar por verterse en los canales originales de San Luis, retroalimentando el sitio



GRAFICO 93. Vista de plaza captadora de agua, con pozo y fuente para distribución del líquido. Elaboración propia.

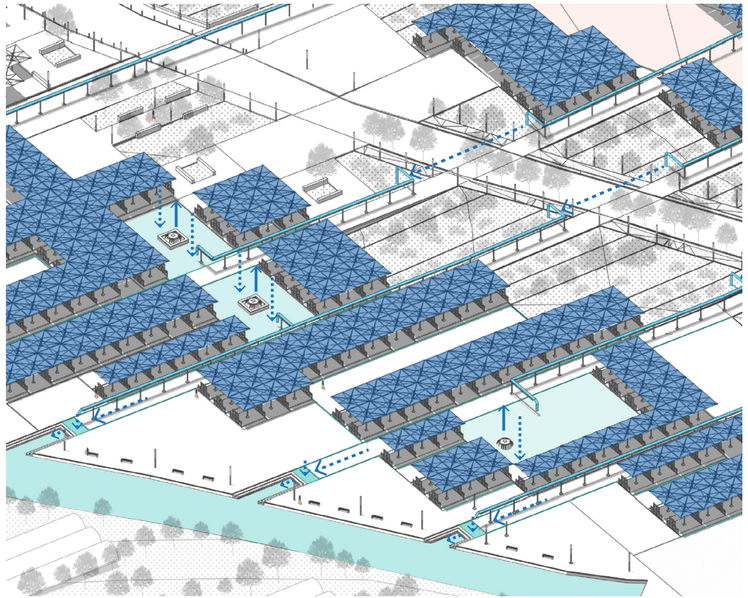


GRAFICO 94. Zoom a zona de mercado del axonométrico de conjunto del sistema hídrico.Elaboración propia.

acuífero, y así poder recuperar gradualmente la actividad chinampera y con esto la presencia de las técnicas de cultivo tradicional.

Cada una de las plazas, pasillos y recorridos contarán con patrones de pavimentación dependiendo de su uso, debido a las condiciones cambiantes del terreno se proponen pavimentos flexibles y resistentes a las condiciones de uso y desgaste del sitio. Los adocretos, ya utilizados en algunas zonas del sitio, cuentan las características aludidas, por lo que se reutilizarán, complementarán e integrarán a los nuevos espacios conformados. La fácil instalación de estos permitirá un mejor mantenimiento de los espacios en caso de algún evento que represente cambios físicos en el terreno. *(Ver "Consecuencias y estrategias de mitigación. Soluciones técnicas" pag. 194)*

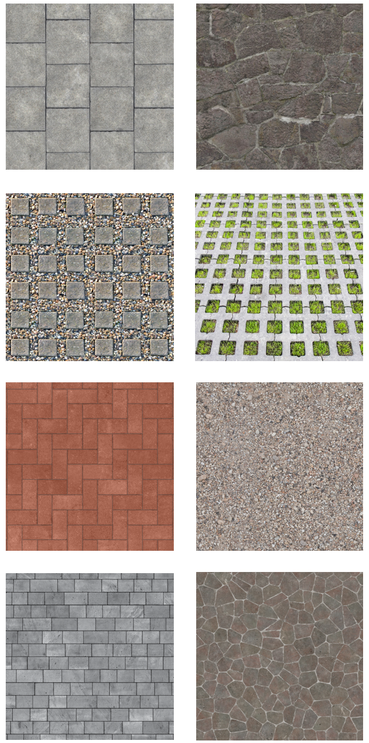


IMAGEN 127. Selección de pavimentos flexibles y adaptables a las condiciones del terreno

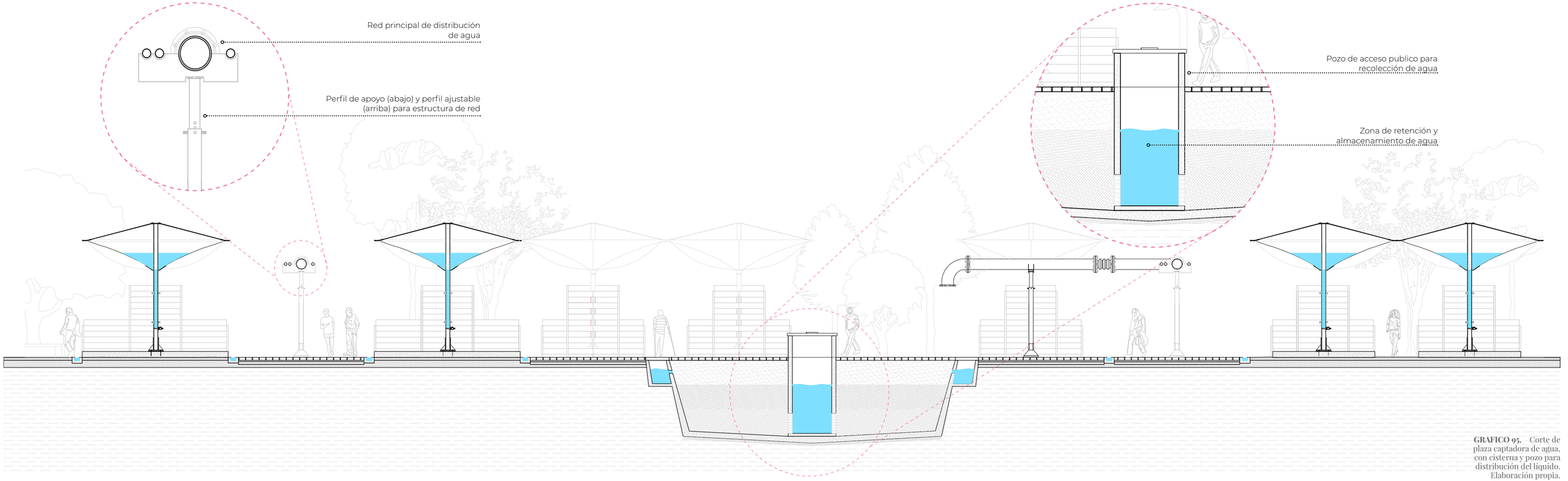


GRAFICO 95. Corte de plaza captadora de agua, con cisterna y pozo para distribución del líquido. Elaboración propia.

ESPACIO PÚBLICO

La propuesta de espacio público se presenta en toda la extensión del conjunto, los elementos del programa arquitectónico buscan interactuar directamente con áreas verdes y espacios de recreación con el objetivo de brindar permeabilidad al proyecto. De esta forma el conjunto se plantea como una gran zona de espacio público que cambia de acuerdo con las necesidades o elementos del proyecto con los que se relacione.

La sección con mayor vocación de espacio público es el Bosque de San Luis, la intervención en este punto busca resguardar su valor natural intrínseco e implementar infraestructura hídrica adecuada para la zona. En la colindancia sur con la avenida 5 de mayo se establece una franja de terrazas, en ellas se busca crear zonas de retención, de almacenamiento - contención de agua, y áreas de descanso para los peatones. La franja de terrazas se ubica en un suelo resistente con importante presencia de piedra volcánica, por esta razón se define como un punto con potencial de retención y distribución, por otro lado, el agua contenida tiene salida hacia las estructuras del mercado y áreas verdes donde puede tener un uso de riego. A su vez, estas terrazas se convierten en sitio de descanso con bancas y pequeñas plazas que buscan generar actividades a lo largo de la avenida y hacia el interior del bosque.

También se determinó el eje de grietas como el componente principal para la estructura del bosque, de inicio a fin, se delimita el eje de grietas, con la colocación superficialmente de material granular, y se colocan bancas - micrómetros, estos elementos sirven para crear espacios techados durante el recorrido y para conocer los movimientos del suelo en un periodo de tiempo. La generación de este recorrido tiene el objetivo de concientizar a los usuarios de la situación de agrietamientos en la zona y al mismo tiempo proteger este eje ante actividades que puedan magnificar negativamente sus condiciones actuales.

Otro elemento que tiene un valor importante dentro de la propuesta de espacio público es la plaza central, este es un punto donde convergen movilidades vehiculares, andadores peatonales y la conexión entre las secciones del proyecto. Su carácter como un espacio libre abierto busca la



GRAFICO 96. Axonométrico de plaza central con conexión a todos los predios. Elaboración propia.

interacción de los usuarios para su apropiación, un punto que pueda desarrollarse como sitio de reunión, donde se puedan realizar actividades recreativas, comerciales y culturales, además de cumplir con su función principal de conectar los elementos de la propuesta. En algunos puntos de la plaza se colocan bancas y árboles de gran tamaño para crear zonas de sombra, donde los usuarios puedan descansar o esperar su transporte. Al interior se encuentra pequeñas plazas inundables, punto de desemboque para el agua almacenada en la zona de terrazas, esta agua puede ser utilizada por los usuarios, peatones o habitantes de los prototipos de vivienda.

La plaza triangular que colinda al oeste con la sección de viviendas se establece como un punto de reunión y esparcimiento para los usuarios de la escuela presente al otro lado de la calle. Aquí se encuentra una banca - micrómetro que pretende fungir como hito de la comunidad, esto debido a su función principal de señalar los movimientos del suelo para la adecuación de las estructuras y también para la concientización de los habitantes del sitio, especialmente los más jóvenes, sobre la importancia de la situación de agrietamientos en su comunidad.

El rescate del canal colindante a la zona de chinampas se plantea como una reactivación económica y también como un espacio en donde se puedan realizar otro tipo de actividades, las plazas adyacentes a los embarcaderos propuestos pueden fungir como sitios de reunión y descanso para usuarios o para los trabajadores del mercado de flores. La reactivación del canal depende en gran parte del grado de apropiación que los usuarios le den, ya que esto puede detonar actividades en busca de su cuidado y mantenimiento. Dentro de las estructuras del mercado de flores se crean plazas específicamente dirigidas a una vocación pública, de descanso o recreación de los usuarios, y se establecieron andadores para disfrutar de los recorridos delimitados por las intervenciones paisajísticas o de contemplación.

El espacio público dicta la conformación del proyecto, al pensar todos los espacios para el acceso y desarrollo de actividades por parte de la comunidad se pretende establecer una fuerte apropiación hacia el sitio. Esta conexión que los usuarios pueden generar con el proyecto cataliza un cambio de actitud hacia lo que ocurre en este punto, donde el cuidado, mantenimiento y crecimiento de los espacios donde realizan sus actividades principales es primordial para la comunidad.



GRAFICO 07. Vista de embarcaderos y áreas de manejo del producto. Elaboración propia.

VIVIENDA

La propuesta de prototipo de vivienda responde a dos factores, el primero es la situación actual de asentamientos irregulares y viviendas dañadas o en estado de deterioro en los predios, la segunda es el impacto del sismo 19S en el pueblo de San Luis Tlaxialtemalco y la magnificación de la problemática de grietas después del fenómeno natural. Por lo tanto, el proyecto busca realizar una reestructuración de las viviendas presentes en el sitio, pero con una edificación que cuente con las cualidades de convivir continuamente con las condiciones del territorio con relación a hundimientos y grietas. El objetivo del prototipo de vivienda es sentar un precedente de las posibilidades de construcción en base a un sitio con una problemática de grietas y hundimientos, crear alternativas a la forma común y hasta ahora demostrada como insuficiente de construir en las zonas lacustres de Xochimilco, además de cumplir con su función primordial de resguardo.

Dentro del conjunto, la sección de los prototipos de vivienda se encuentra al costado oeste entre las calles Acuexcomac y avenida Año de Juárez, su relativa separación del conjunto se debe a su función de vivienda y la necesidad de contar con espacios más privados para los usuarios. Se emplazaron ocho prototipos de vivienda, en su acomodo por parejas se establecieron pequeños núcleos conectados por andadores peatonales y rodeados de áreas verdes como una capa de amortiguamiento de las zonas públicas que se encuentra a su alrededor. Uno de estos núcleos está dirigido a reemplazar una guardería que se encontraba en la zona, dañada y en deterioro.

La estructura de vivienda se conforma por módulos de 3 x 3 x 3 metros, se trata de un cubo hecho con perfiles de acero que permite una distribución libre de los espacios, se plantea como una estructura ligera que brinda flexibilidad y que es fácilmente montable, dependiendo del diseño de los espacios es que se puede decidir las caras de los cubos cubiertas y cuales dejar abiertas. El acomodo de los espacios propuestos puede variar y modificarse en relación con las características del terreno en el que se establezca, de los movimientos del suelo o de las necesidades de los usuarios.

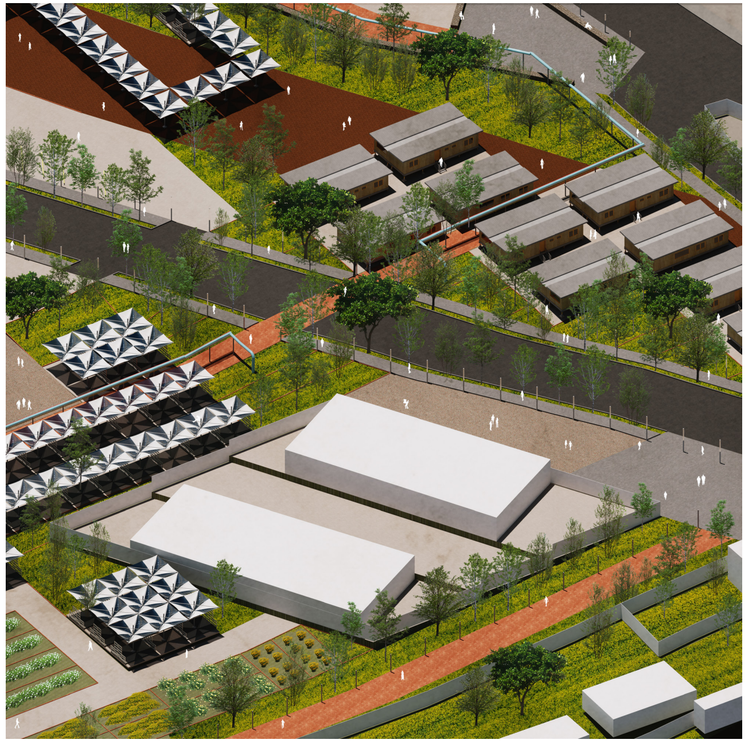


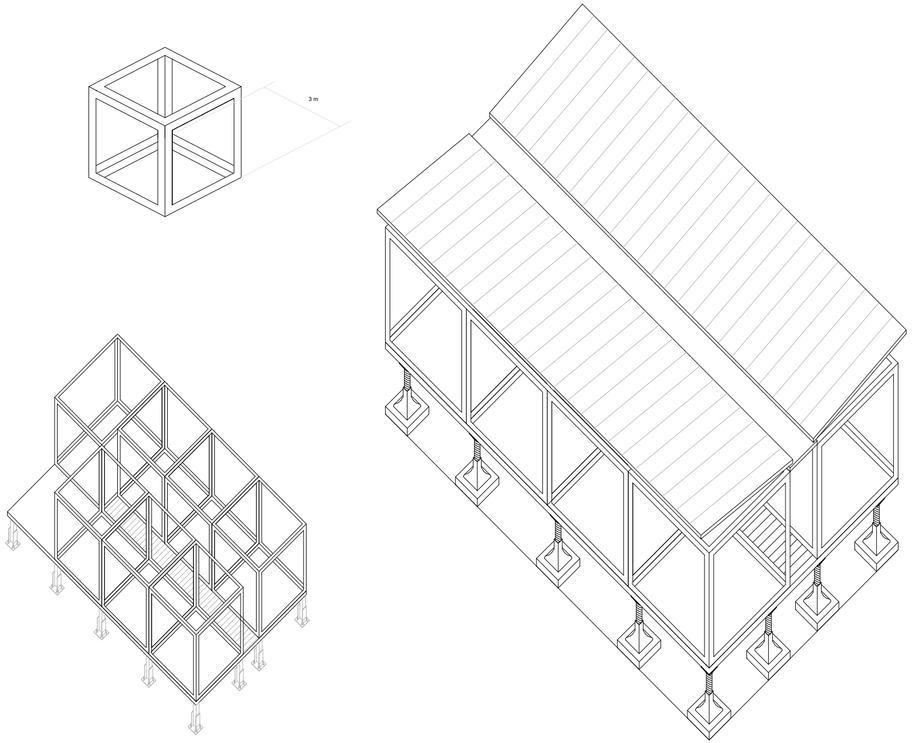
GRAFICO 98. Axonométrico de zona de viviendas y zona escolar. Elaboración propia.

Los módulos de acero se complementan con otros materiales ligeros, la superficie de piso se realiza con perfiles de madera laminada, los muros divisorios son de paneles de madera conglomerada y capas aislantes, la cubierta se compone por una estructura de madera cubierta por tejas. Todos estos materiales se implementan con relación a las medidas del módulo y buscan un proceso sencillo de construcción.

Se propone un pretratamiento del terreno, usando una de las estrategias de mitigación mencionadas en el capitulo 5 *(Ver "IMAGEN 75. Modelo 3D de Caja disipadora de deformaciones unitarias. Foto tomada de PDF Mitigación de deformaciones inducidas por las grietas del suelo de la ciudad de México. Gabriel Auvinet y Jesús Sánchez" pag. 195)*, por medio de la implementación de una caja disipadora de deformaciones para la zona de las viviendas, con el motivo de prevenir las deformaciones futuras del suelo donde se asentara la cimentación de los prototipos. *(Ver "GRAFICO 105. Corte perspectivado de núcleo de viviendas, cimentación auto soportada y caja disipadora. Elaboración propia." pag. 345)*

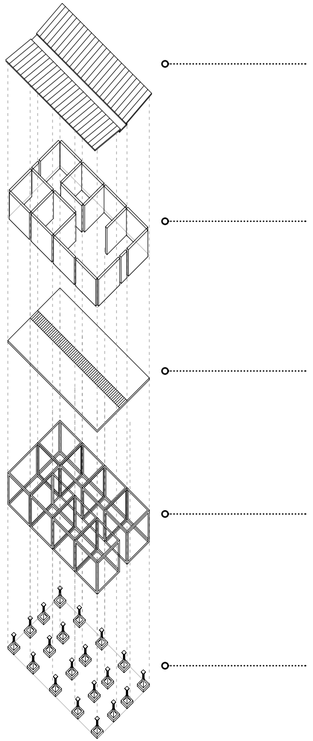
La cimentación propuesta es una serie de pilotes de control ubicados en los límites de los módulos, estos pilotes brindan la posibilidad de modificar sus dimensiones en el sentido vertical de la estructura en relación con los movimientos del suelo que se presenten. Este sistema funciona como una pata de mesa o silla, el cual modifica la altura con un perno y agranda o reduce las dimensiones de separación entre el elemento que fija con el suelo y el que se conecta con la mesa. En el caso de la vivienda propuesta, el suelo se encuentra en constante cambio debido a la situación de hundimientos y grietas, por lo tanto, uno de los elementos de apoyo para la estructura varía en su altura, así los pilotes de control y la posibilidad de variación entre elementos de apoyo que brinda la cimentación regulan las diferencias existentes protegiendo a toda la estructura de daños o subsidencia. Los dos puntos de apoyo en la cimentación son, la zapata de concreto que desplanta el pilote y la conexión del perno superior con los módulos de acero, el perno puede compensar una altura máxima de 50 cm.

De mano de la propuesta de vivienda se encuentran los elementos de bancas - micrómetros planteados en toda la extensión



Los módulos de 3 metros x 3 metros brinda independencia estructural y la cimentación ajustable permite adecuarse a los movimientos del terreno. La estructura busca ser ligera para interactuar de forma correcta con los movimientos constantes; además la flexibilidad del módulo otorga la posibilidad de cambios en la composición de la vivienda sin afectar la estructura.

GRAFICO 99. Axonométrico para módulo de vivienda. Elaboración propia..



Cubierta ligera a dos aguas invertida, su forma busca captar agua en puntos interiores de la vivienda. El sistema busca seccionarse de la misma forma que los módulos estructurales para su futura modificación. Las tejadas implementadas en la cubierta son parte de un sistema de captación de energía eléctrica.



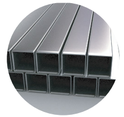
Dentro de los ejes de estructura se colocan los muros divisorios. Se conforman por un espacio interior para instalaciones, una capa de material aislante y acústico, cubierto por paneles de conglomerado de madera comprimido reciclado.



Se coloca la superficie de piso, usando perfiles de madera laminada cubriendo de manera uniforme la modulación de la estructura. La modulación cuenta con un espacio de articulación a lo largo de toda la vivienda, este permite el movimiento independiente de las dos filas de estructura y una separación ideal para su cambio de altura.



En base a la retícula de la cimentación se generan modulos de 3m x 3m con perfiles de acero capaces de trabajar independientemente en el proceso de adaptación a los hundimientos del terreno. La flexibilidad del módulo permite generar espacios de mayores dimensiones y módulos abiertos en algunos puntos interiores.



Cimentación de altura ajustable, adaptable a los hundimientos diferenciales de la zona.
Plantilla de concreto sobre la que se desplanta la zapata, el sistema de altura ajustable libera una dimensión extra de 50 centimetros y termina en una base de acero donde se coloca la estructura. Se genera una retícula de 3m x 3m con los elementos de la cimentación.



GRAFICO 100. Axonométrico con proceso de construcción para prototipo de vivienda. Elaboración propia.

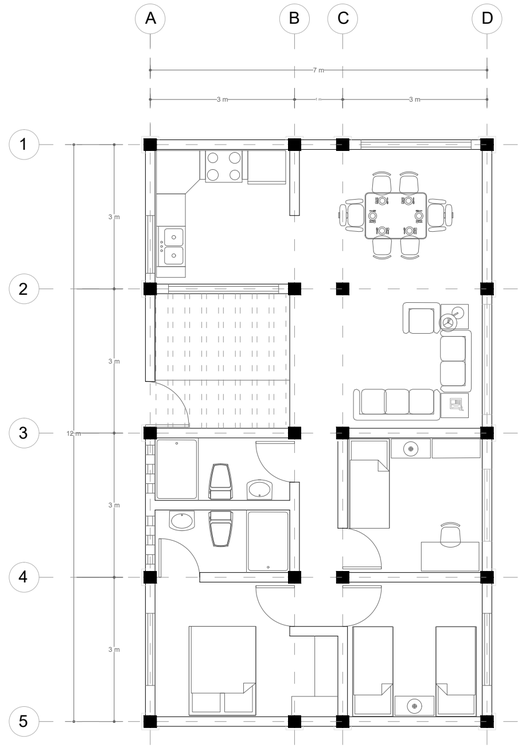


GRAFICO 101. Planta arquitectónica para prototipo de vivienda - Tipología principal. Elaboración propia.

del conjunto, los habitantes de las viviendas podrán consultar los datos arrojados por los micrómetros en las distintas zonas para conocer si su vivienda está siendo afectada por un hundimiento o movimiento de suelo importante, facilitando la acción de actuar sobre su vivienda antes que sufra un daño permanente.

Los núcleos propuestos mantienen la misma morfología la disposición, en cada prototipo de vivienda se implementaron los siguientes espacios: sala - comedor, cocina, recámara principal con baño completo, dos recámaras individuales, un baño completo y una terraza - jardín. Aunque cualquier cambio de modulación o acomodo significa un nuevo planteamiento de espacios, se guardan acciones para mantener una modificación uniforme que respete los lineamientos de la estructura y su cimentación, estos son la delimitación de cada espacio a un solo módulo, la cocina, recámaras, sala, etc. son equivalentes a un módulo, y por otro lado la articulación central como conectora entre los distintos espacios y como división entre cada fila de módulos.

Cada núcleo de dos viviendas comparte un muro divisorio que las separa entre sí, esto sirve para mantener una distancia y barrera física hacia las áreas privadas de cada edificación. Este mismo muro crea en el interior de cada vivienda un espacio de jardín o patio que enmarca el acceso.

El proceso constructivo busca otorgar la posibilidad a los habitantes de estas viviendas de realizar casi por completo la edificación de manera personal, planteando materiales de fácil acceso y procesos sencillos.

La propuesta de vivienda sobre el eje de grietas busca implementar alternativas a la conceptualización de construcciones en la zona, presentar una solución para los inmuebles dañados debido al sismo implementar estrategias que ayuden a prevenir

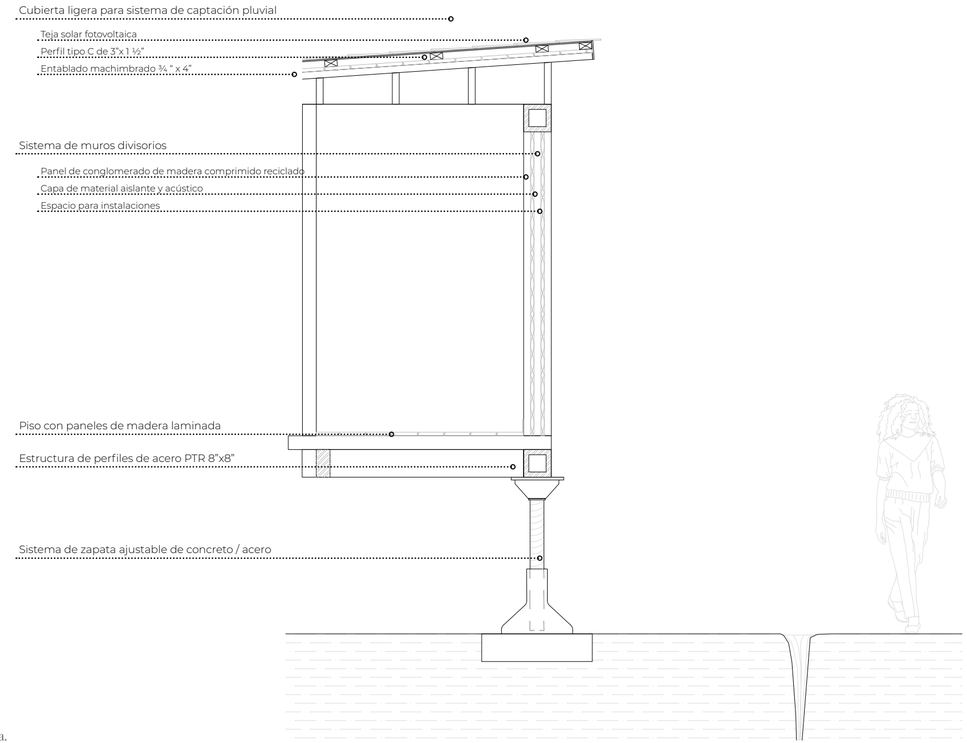


GRAFICO 102. Corte por fachada de prototipo de vivienda. Elaboración propia.

PROCESO DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN VIVIENDAS

Debido a las limitaciones en el manejo del recurso hídrico para los habitantes de San Gregorio Atlapulco, se plantea un método sencillo y efectivo para el manejo del agua pluvial en las viviendas propuestas. Las características constructivas de la vivienda permiten dirigir el agua, evitando el daño del inmueble por la filtraciones o goteras, además, se establece la salida del agua como un punto multifuncional, donde se incorpora un sistema de captación y almacenamiento que permite facilitar el acceso al agua por vías alternativas al suministro hídrico común.

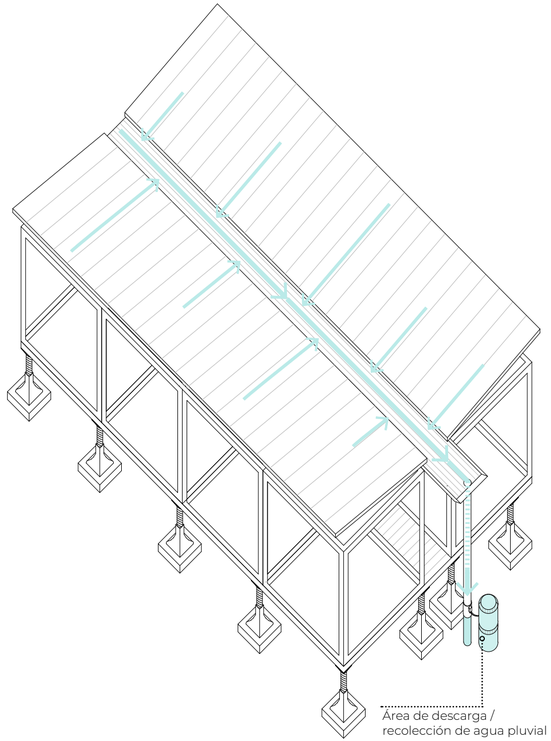
Este proceso inicia con el uso de las cubiertas de las viviendas como una superficie de captación del agua, donde el uso de una pendiente considerable permite dirigir el agua hacia el eje central de la edificación, en ese punto, el agua cae en una canaleta que la envía por gravedad a una bajada pluvial ubicada en uno de los costados de la vivienda. El manejo de la caída natural del agua permite que el sistema se pueda realizar con los mismos elementos constructivos de la vivienda, a excepción de la bajada pluvial que se encuentra como un elemento aislado a medio metro de la edificación.

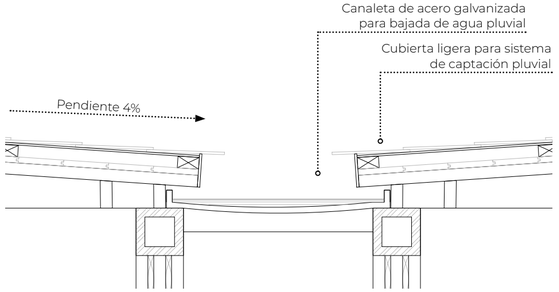
En la parte inferior de la bajada pluvial se instala un sistema de almacenamiento con capacidad de 750 L, donde, con ayuda de un filtro de hojas y la regulación de la salida de agua con una llave de jardín, es posible utilizar el agua para las necesidades de los usuarios. Para evitar un estancamiento o saturación en el sistema, el tanque cuenta con un punto de interconexión para un sistema de drenado o en su caso una salida para la expulsión de la sobrecapacidad.

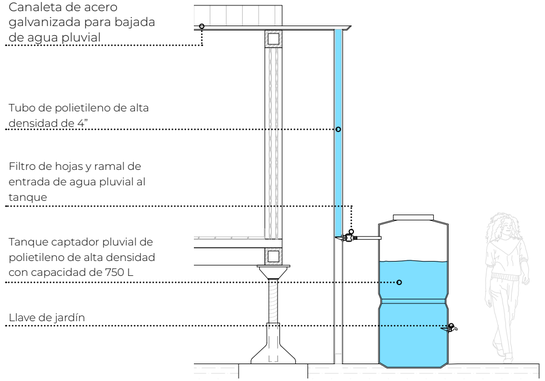
El objetivo de la instalación para el tratamiento de agua pluvial se enfoca en garantizar el acceso al recurso hídrico para los habitantes, en este caso, se ofrece una fuente alterna de agua que puede alimentar actividades cotidianas de los usuarios o en su caso mantener las áreas verdes del conjunto.

GRAFICO 103. Diagrama de flujo para el manejo del agua pluvial. Elaboración propia.

GRAFICO 104. Detalles de cubierta - canaleta y sistema de captación pluvial en las viviendas. Elaboración propia.







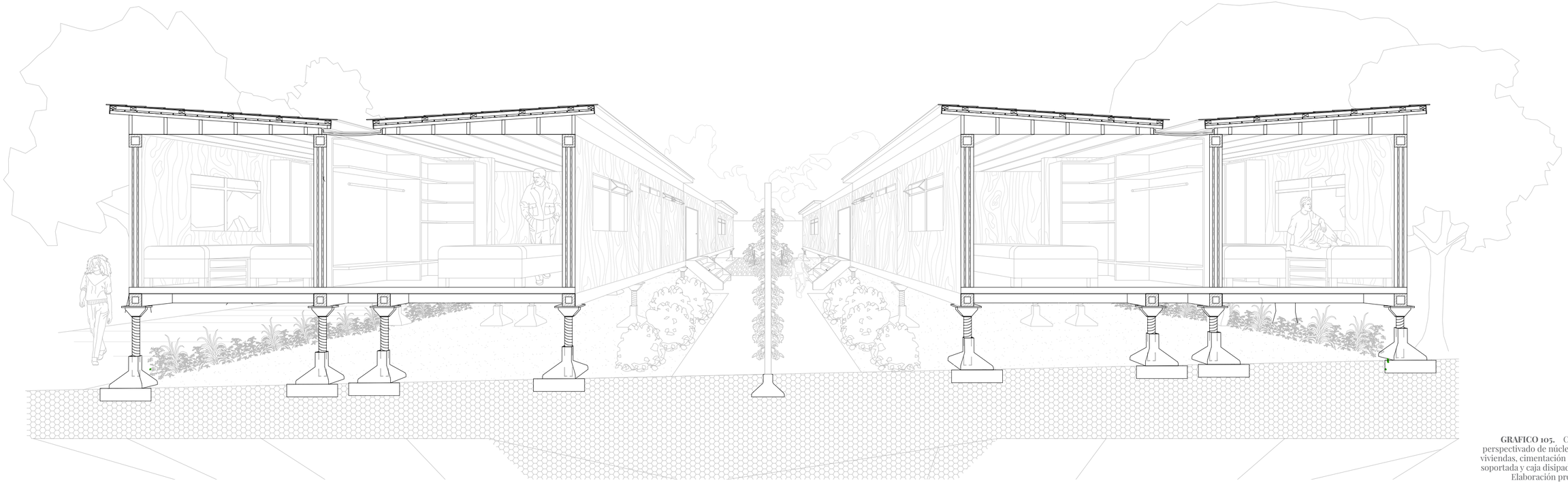


GRAFICO 105. Corte perspectivado de núcleo de viviendas, cimentación auto soportada y caja disipadora. Elaboración propia.



CONCLUSIONES

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



IMAGEN 128. Persona transportando flores en chalupa por los canales de Xochimilco. (2018). https://webecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/todos-los-numeros/articulos-anteriores/363-xochimilco-sostenible

CONCLUSIONES

Conexión entre el medio natural y la actividad humana como el enfoque principal para el desarrollo urbano, propuestas alternativas para la mitigación de problemáticas en la ciudad.

El proyecto de intervención urbano arquitectónica responde a un estudio del sitio en diferente escalas, desde una perspectiva regional, local y de los predios propuestos. De esta forma el proyecto final manifiesta de manera directa un entendimiento de la situación en Xochimilco, involucrando los elementos que la componen y las problemáticas que sufre. La propuesta responde a las necesidades y problemáticas del sitio con alternativas que plantean adecuarse al contexto natural de la zona, aprovechando sus características ambientales y urbanas.

El sismo que afectó la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en septiembre del 2017 levantó cuestionamientos hacia la forma de construir y conceptualizar edificaciones, las alternativas propuestas dentro del proyecto buscan desafiar esas prácticas que no han sido adecuadas para un contexto natural que ha sufrido gran ataque por la urbanización descontrolada. La planeación de la ciudad en base a proyectos que busquen respetar y adecuarse al entorno natural pueden mitigar las problemáticas que existen entorno al agua, suelo, vivienda, infraestructura y espacio público, la propuesta de intervención pretende seguir este enfoque para aportar de manera significativa a la calidad de vida de los habitantes en Xochimilco y San Luis Tlaxialtemalco.

La grieta es un factor hasta ahora omitido en la planeación de la ciudad, con las condiciones actuales y los pronósticos para un futuro debe ser uno de los elementos centrales para cualquier propuesta dentro de la zona

de transición y áreas cercanas a esta. El suelo de transición debe ser revalorado y protegido de forma que las intervenciones que sean implementadas en este territorio afecten en menor sentido a la creciente problemática de agrietamiento y hundimientos, además de entender los procesos de constante cambio que se gestan en sus límites para crear alternativas adecuadas a sus características; estas propuestas deben ser pensadas con la participación de diversos campos de conocimiento fortaleciéndose mutuamente.

La propuesta de proyecto busca reconectar la relación natural y humana para la concepción de un desarrollo urbano, las alternativas resultantes pretenden resignificar las edificaciones en zonas con necesidades inmediatas de vivienda - equipamiento, hacia una adaptación total del sitio en estructura y uso de los espacios; busca unificar los mismos a través de un factor de agrietamiento, que tradicionalmente ha sido definido como una separación, por medio de espacio público y actividades que apuesten por la participación de los habitantes en la apropiación de su territorio. El éxito del proyecto puede generar su implementación en otros sitios de características similares y dará la posibilidad de continuar con la protección de la zona de transición, de esta forma las problemáticas que la acusan podrán ser mitigadas.

La hipótesis de este documento plantea que el entendimiento del territorio y la generación de estrategias en base a la protección de los elementos que lo componen pueden aportar de manera significativa a la mitigación de las problemáticas presentes en la zona. Al valorar los posibles alcances del proyecto propuesto se puede definir que esta afirmación es correcta, aunque el margen de suposición es grande, la única manera de confirmar ampliamente la hipótesis presentada es la implementación de estas estrategias a la realidad.



BIBLIOGRAFÍA

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Legorreta, J. (2006). El Agua y la Ciudad de México: De Tenochtitlán a la megalópolis del siglo XXI. (1ª ed.) México. Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco.
- Ezcurra, E. (1990). De las chinampas a la megalópolis: El medio ambiente de la cuenca de México. (3ª ed.) México. Fondo de Cultura Económica.
- Lipkau, G. Kalach, A. Cruz, A. (2010). México Ciudad Futura. España. Editorial RM.
- Corner, J. McLean, A. (1996). Taking Measures Across American Landscape. Estados Unidos de América. Yale University Press.
- Perló Cohen, M. (1999). El Paradigma Porfiriano: Historia del Desagüe del Valle de México. México. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
- Santoyo Villa, E. Ovando Shelley, E. Mooser, F. León Plata, E. (2005). Síntesis Geotécnica de la Cuenca del Valle de México. México. Editorial TGC.
- González Pozo, A. (2016). Las Chinampas: Patrimonio Mundial de la Ciudad de México. (1ª ed.) México. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).
- Corner, James, et. al. (2006). The landscape urbanism reader. (1ª ed.) United States. Princeton Architectural Press.
- Bélanger, Pierre. (2017). Landscape as infraestructure - a base primer. United States. Routledge.

DOCUMENTOS

- Anzaldo Gómez C. Tendencias y Prospectiva Demográfica 1990-2030. (pp. 85-99)
- Estudio sobre la Zona de Transición entre Suelo Urbano y Suelo de Conservación en el Distrito Federal. Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT). Febrero 2010. PDF.
- Estudio sobre la zona chinampera y demás afectadas de las delegaciones Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, por la proliferación de asentamientos humanos irregulares en materia de afectaciones al medio ambiente y el ordenamiento territorial. Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT). Noviembre 2008. PDF.
- Atlas del Agua en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Diciembre 2015. PDF.
- Hacia una Ciudad de México Sensible al Agua - El espacio público como una estrategia de gestión de agua de lluvia. Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). Gobierno de la Ciudad de México. Julio 2017. PDF.
- Distribución espacial de los Asentamientos Humanos Irregulares ubicados en el Suelo de Conservación en relación con el proyecto del Programa General de Ordenamiento Ecológico y Zonas de Valor Ambiental del Distrito Federal. Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT). Junio 2011. PDF.
- Atlas Geográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal. Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT), Secretaria del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. 2012. PDF.
- Programa Hídrico Regional Visión 2030 Región Hidrológico – Administrativa XIII Aguas del Valle de México. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Marzo 2012. PDF.
- Análisis del estado de conservación ecológica del sistema lacustre chinampero de la superficie reconocida por la UNESCO como Sitio Patrimonio de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta. Autoridad de la Zona Patrimonial (AZP), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Gobierno del Distrito Federal. PDF.
- Monterrubio Martínez, E. Quintero Gómez Barranda, J. Trujillo Acatitla, R. Plan de manejo integral para el desarrollo sustentable de la zona lacustre de Xochimilco. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Centro de Investigación en Geografía y Geomática (CENTROGEO). Diciembre 2016. PDF.
- Aguilera Jiménez, P. Catedral Metropolitana: Hundimiento y Rescate. Instituto de Ingeniería UNAM. 2013. PDF.
- Resumen del plan integral y estructura de gestión del polígono de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, inscrito en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO). 2006. PDF.

- Análisis de la Vulnerabilidad Física a la Subsidencia y Agrietamiento en la Ciudad de México. Centro de Geociencias UNAM. Sistema Nacional de Protección Civil. Mayo 2017. PDF.
- Programa de manejo del área de valor ambiental con categoría de bosque urbano el denominado “Bosque de San Luis Tlaxialtemalco”. Gobierno del Distrito Federal. Julio 2014. PDF.
- Programa Nacional de Desarrollo 2012-2015. Gobierno del Distrito Federal. Octubre 2013. PDF.
- Auvinet, G. Méndez, E. Juárez, M. Hernández, F. Martínez, O. Avances sobre el agrietamiento del suelo asociado al hundimiento regional en el Valle de México. Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica. Noviembre 2014. PDF.
- Los nuevos retos de la Ingeniería Geotécnica en el Siglo XXI. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos. 2008. PDF. 469-474.
- Auvinet, G. Méndez, E. Juárez, M. Hernández Rodríguez, J. Riesgos geotécnicos para la construcción de vivienda en el Valle de México. PDF.
- Carreón Freyre, D., Cerca, M. Gutiérrez Calderón, R. López Quiroz, P. Alcántara Durán, C. González Hernández, M. Centeno Salas, F. Posible influencia de la subsidencia y fracturamiento en la Ciudad de México en las construcciones dañadas por el sismo del 19 de Septiembre de 2017. Laboratorio de Mecánica de Geosistemas, Centro de Geociencias UNAM, Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED, Centro de Evaluación del Riesgo Geológico CERG Iztapalapa. Septiembre 2017. PDF.

REVISTAS

- Rodríguez Tapia, L. y Morales Novelo, J.A. (2013). Integración de un Sistema de cuentas económicas e hídricas en la Cuenca del Valle de México. Revista Internacional de Estadística y Geografía. Vol 4(1). 1-19.
- López Acosta, N.P. y Martínez Hernández, E. (2017). Caracterización mecánica de materiales empleados como celdas de deformación en pilotes de control. Revista Geotecnia. Numero 243. 15-26.
- Morales-Guzmán, C. C. (2019). Design and construction of a folding umbrella for architectural spaces. Revista de Arquitectura (Bogotá), 21(1) 76-89 doi: http://dx.doi.org/10.14718 RevArq.2019.21.1.1623

PÁGINAS WEB

- Crecimiento de la Mancha Urbana de la Ciudad de México. (Consulta en Agosto 2017) Mata, M. Disponible en: http://propiedades.com/blog/arquitecura-y-urbanismo/crecimiento-de-la-mancha-urbana-ciudad-de-mexico
- Información por entidad: Ciudad de México. (Consulta en Agosto 2017). INEGI. Disponible en: http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=09
- Recursos Naturales: Hidrología. (Consulta en Septiembre 2017) INEGI. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/hidrologia/default.aspx
- Patio 2.12 Un proyecto de estructura sostenible. (Consulta en Marzo 2018). Greencities. Disponible en: http://aulagreencities.coamalaga.es/patio-2-12-un-proyecto-de-estructura-sostenible/
- Stortorget, Kelmar. Caruso St. John Architects. (Consulta en Marzo 2018). Caruso St. John. Disponible en: https://www.carusostjohn.com/projects/stortorget/
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI). Censo de Población y Vivienda 1970, 1980, 1990, 2000, 2005, 2010. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/
- Mapa Digital de México. (INEGI). Disponible en: http://gaia.inegi.org.mx/
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (CENAPRED). Hundimiento Regional, Fracturamiento y Fallas regionales, Vulnerabilidad del medio físico al fracturamiento. Disponible en: https://www.gob.mx/cenapred
- Estructuras para sombra, cubiertas tensadas Flexlight XTREM TX30-IV Serge Ferrari https://www.sergeferrari.com/es-es/productos/gama-flexlight/flexlight-xtrem-tx30-iv

TESIS

- Mejía Cisneros, N. Análisis del agrietamiento y los procesos de remoción en masa para la Sierra de Santa Catarina en el Distrito Federal y zonas aledañas al Estado de México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional.
- López Mendoza, E. Análisis del fracturamiento de las zonas de topografía baja del Distrito Federal para evaluar áreas vulnerables a la contaminación de los acuíferos. Tesis de Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 *Cuenca*. Extensión de terreno rodeada de lugares más altos que ella, de la cual sus aguas fluyen a un mismo río, lago o mar: *la cuenca de México, la cuenca del Balsas, la cuenca del Caribe*. Diccionario del Español de México. (s.f.). Recuperado el 19 de enero del 2021, de https://dem.colmex.mx/ver/cuenca

2 Llerena, C. (2003). *"...el concepto de cuenca como unidad territorial natural es el más importante ya que a partir de esta apreciación se puede comprender que únicamente en la cuenca hidrográfica es posible realizar balances hídricos. Es decir, cuantificar la oferta de agua que "produce" la cuenca durante el ciclo hidrológico. Es por sus cualidades de unidad hidrológica y de medio colector-almacenador-integrador de los procesos naturales y antrópicos que ocurren en la cuenca, que esta puede ser también una unidad política, administrativa, de gestión ambiental o de manejo de los diversos recursos naturales que alberga".* Servicios Ambientales de las Cuencas y Producción de Agua, Conceptos, Valoración, Experiencias y sus Posibilidades de Aplicación en El Perú. Recuperado del 'III Congreso de Manejo de Cuencas Hidrográficas' Arequipa, Perú.

3 Ezcurra, E. (Junio 2012). I. Las transformaciones y el deterioro ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 12). La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica.

4

Lorenzo, J. L. (1981). "*Los orígenes mexicanos"*, en D. Cosío Villegas (coord.), *Historia General de México* (3a ed, pp. 83-123). El Colegio de México.

5 Niederberger, C. (1979). "*Early sedentary economy in the Basin of Mexico*", Science (vol. 203, pp. 131-142). American Association for the Advancement of Science.

6 Ezcurra, E. (Junio 2012). III. Historia ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 34). La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica.

7 *Vegetación adventicia*. Las plantas adventicias, conocidas comúnmente como "malas hierbas" son aquellas plantas que se desarrollan en el suelo de cultivo sin que hayan sido plantadas por el agricultor, es decir, crecen espontáneamente. Innovative AgroFood Design (2019). Recuperado el 19 de enero del 2021, de https://innovatione.eu/2019/05/13/plantas-adventicias/

8 Sala Catalá, J. (1986). "*La localización de la capital de Nueva España, como problema científico y tecnológico*", Quipu 3 (pp. 279-298).

9 Lara, O. (1988). "*El agua en la Ciudad de México*", Gaceta UNAM 45 (15: pp. 20-22).

10 Ezcurra, E. (Junio 2012). III. Historia ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 43). La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica

11 ------- III. Historia ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 47). La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica.

12 ------- III. Historia ambiental de la cuenca. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 49). La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica.

13 Álvarez, J.R. (coordinador) (1985). "*Imagen de la Gran Capital*". Enciclopedia de México (pp. 316).

14 Fortson, J.R. (1986). "*Agua, acueductos, drenaje, conservación y renovación*". El agua, fuente de vida (núm 10). Impresora y Editora Cocoyoc.

15 Fortson, J.R. (1986). "*Agua, acueductos, drenaje, conservación y renovación*". El agua, fuente de vida (núm 10). Impresora y Editora Cocoyoc.

16 Ezcurra, E. (Junio 2012). IV. Las variables ambientales. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México* (3a ed, pp. 54). La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica.

17 Galindo, G. y J. Morales (1987). El relieve y los asentamientos humanos en la Ciudad de México. Ciencia y Desarrollo (núm. 76, vol. XII, CONACYT. México, pp. 67-80).

18 Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

19 ANP. Las ANP son espacios naturales estratégicos para la conservación de la biodiversidad que garantizan, de alguna manera la vida, generan servicios ambientales que es la capacidad que tiene la naturaleza de aportar aire puro, agua limpia, regular el clima y en algunos casos alimentos para el consumo humano, permiten el hábitat para cientos de especies y mitigan el cambio climático proporcionando un sin número de beneficios gratuitos (paisajísticos y culturales) y bienestar para las poblaciones cercanas y globales. Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA). Gobierno de la Ciudad de México. (s.f.). Recuperado el 12 de febrero del 2021, de https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/areas-naturales-protegidas

20 Dr Gabriel Auvinet Guichard (2018). "Aspectos geotécnicos de los sismos de septiembre del 2017" Videoconferencia de la 'Reunión Informativa Anual' de la Subdirección de estructuras y Geotencnia del Instituto de Ingeniería de la UNAM, publicada el 14 de febrero del 2018. https://www.youtube.com/watch?v=RMAjmumZVuM. En esta presentación el Doctor resume el estado actual del conocimiento que hay sobre el comportamiento sísmico del subsuelo y de las cimentaciones, principalmente en el contexto del Valle de México.

Auvinet, G.; Sánchez J. y Pineda A. (2019). "Mitigación de daños ocasionados por grietas en el suelo." Artículo sometido a: Ingeniería, Investigación y Tecnología. México.

21 Auvinet, G.; Sánchez J. y Pineda A. (2019). "Mitigación de daños ocasionados por grietas en el suelo." Artículo sometido a: Ingeniería, Investigación y Tecnología. México.

22 Auvinet, G. y Reséndiz D. (Diciembre 2017 - Febrero 2018). "Confusiones surgidas a partir de los sismos de 2017 en la Ciudad de México." Nota técnica: Revista Geotecnia - SMIG (Sociedad Mexicana en Ingeniería Geotécnica), edición No. 246.

23 Dr Gabriel Auvinet Guichard. Videoconferencia publicada el 14 de febrero del 2018, canal de Youtube del Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad de México. https://www.youtube.com/watch?v=RMAjmumZVuM

24 Dr Gabriel Auvinet Guichard (2017) "Hundimiento del Valle de México." Videoconferencia emitida en directo a través del canal de Youtube del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Ciudad de México.

25 Carreón-Freyre, D., Cerca, M., Gutiérrez-Calderón, R., López-Quiroz, P., Alcántara-Durán, C., González-Hernández, M., et al. (2017). Posible influencia de la subsidencia y fracturamiento en la Ciudad de México en las construcciones dañadas por el sismo del 19 de Septiembre de 2017. Recuperado el 16 de abril del 2018, de http://gacetadeiztapalapa.com.mx/wp-content/uploads/2017/10/fracturas_sismo2017.pdf

26 Dr Gabriel Auvinet Guichard (2018) "Agrietamiento en el Subsuelo del Valle de México." Videoconferencia emitida en directo a través del canal de Youtube del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Ciudad de México.

27 Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). Gaceta Oficial del Distrito Federal. No. 1906 Décima Séptima Época, 17-20. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

28 Peñafiel, A. (1884). Memoria sobre las aguas potables de la capital de México: Dirección General de Bibliotecas. Recuperado el 21 de abril del 2021, de https://mexicana.cultura.gob.mx/es/repositorio/detalle?id=_suri:DGB:TransObject:5bce598a7a8a0222ef15e848

29 --------- (1884). Memoria sobre las aguas potables de la capital de México: Dirección General de Bibliotecas. Recuperado el 21 de abril del 2021, de https://mexicana.cultura.gob.mx/es/repositorio/detalle?id=_suri:DGB:TransObject:5bce598a7a8a0222ef15e848

30 Peralta Flores, A. (1991). El Acueducto de Xochimilco. Boletín de Monumentos Históricos, núm. 13, 20-35. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/issue%3A1953

31 Peña Santana, P. y Levi Lattes, E. (1989). Historia de la hidráulica en México: Abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el Porfiriato. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/965

32 Peralta Flores, A. (1991). El Acueducto de Xochimilco. Boletín de Monumentos Históricos, núm. 13, 25. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/issue%3A1953

33 Peña Santana, P. y Levi Lattes, E. (1989). Historia de la hidráulica en México: Abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el Porfiriato. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/965

34 *Aforo*. s m. Cálculo que se hace de la cantidad de agua, líquido o gas que circula por una corriente o tubería, o de la capacidad de un recipiente. Diccionario del Español de México. (s.f.). Recuperado el 19 de enero del 2021, de https://dem.colmex.mx/Ver/aforo

35 *Aluviones*. s m. pl Depósito formado por numerosos fragmentos de roca que han sido transportados por aguas corrientes. Diccionario del Español de México. (s.f.). Recuperado el 19 de enero del 2021, de https://dem.colmex.mx/Ver/aluviones

36 Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.37 Caraballo, C. y López Lara, A. (2006). Un proceso de gestión participativa, México, UNESCO, GDF, Delegación Xochimilco. En Ciro Caraballo Perichi (coord.), Un espacio para la coordinación, (pp. 171-179). Xochimilco, México.

38 BERLIN GLOBAL (2014). Berlin Pink Pipes. News from Berlin. Berlin Global. Cultural Diplomacy news from Berlin. Recuperado el 16 de mayo del 2021, de https://www.berlinglobal.org/index.php?the-berlin-mystery-of-the-pink-pipes#

39 Terrados-Cepeda,F.J.,Baco-Castro,L.,Moreno-Rangel,D.(2015).Patio

2.12: Vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012. Informes de la construcción, 67(538). Revistas CSIC. España. Recuperado el 16 de mayo del 2021, de https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4231/4888

40 Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 44. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

41 Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 64. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales

42

43 Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 64. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales

Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 17-18. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

44 Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 19. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

45 Canabal Cristiani, B., Nemer E., Narchi N. (2014). El agua en los pueblos del sur de México. México: UAM, Xochimilco. Recuperado el 16 de mayo del 2021, de https://agua.org.mx/biblioteca/el-agua-en-los-pueblos-del-sur-de-la-ciudad-de-mexico-2/

46 Canabal Cristiani, B., Nemer E., Narchi N. (2014). El agua en los pueblos del sur de México. México: UAM, Xochimilco. Recuperado el 16 de mayo del 2021, de https://agua.org.mx/biblioteca/el-agua-en-los-pueblos-del-sur-de-la-ciudad-de-mexico-2/

47 Peralta Flores, A. (1991). El Acueducto de Xochimilco. Boletín de Monumentos Históricos, núm. 13, 26. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/issue%3A1953

48 Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 36. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

49 ---------- (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. No. 1906 Décima Séptima Época, 27. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

50 ---------- (2014). Gaceta Oficial del Distrito Federal. No. 1906 Décima Séptima Época, 25. Recuperado el 21 de abril del 2021, de la base de datos Consejería Jurídica y de Servicios Legales.

IMÁGENES

13 IMAGEN 1. Zona Ejidal de San Gregorio Atlapulco. Rafael Milla Acosta. (2017).

21 IMAGEN 2. Pequeña edificación en zona ejidal de San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón. (2017).

22 IMAGEN 3. Hoover Dam and the Colorado River, Nevada. James Corner. “Taking measures across the American Landscape”. (1996).

22 IMAGEN 4. Portada de ensayo Terra Fluxus. James Corner. “Terra Fluxus - The landscape urbanism reader”. (2006).

22 IMAGEN 5. Windmill Topography, Los Angeles, California. James Corner. (1994).

22 IMAGEN 6. Pivot Irrigations I. James Corner. (1994).

24 IMAGEN 7. Portada libro Landscape as Infraestructure. Pierre Bélanger. “Landscape as Infraestructure - A base premier”. (2017).

24 IMAGEN 8. Diagrama de análisis en contexto urbano - ambiental. Pierre Bélanger. “Pamplet

29 IMAGEN 9. Embarcadero hacia canal en Xochimilco. Iván Rangel Padrón. (2017)

33 IMAGEN 10. Zona ejidal de San Gregorio Atlapulco y chinampas de Caltongo. Revista Zócalo. (2017).

39 IMAGEN 11. Visita a San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón (2017)

40 IMAGEN 12. Trabajo en taller del THU. Iván Rangel Padrón (2018)

40 IMAGEN 13. .

40 IMAGEN 14. Visita a San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón (2017)

42 IMAGEN 15. .

42 IMAGEN 16. .

42 IMAGEN 17. Visita a San Luis Tlaxialtemalco. Rafael Milla Acosta. (2018)

44 IMAGEN 18. .

44 IMAGEN 19. .

44 IMAGEN 20. .

44 IMAGEN 21. Taller participativo UNAM FAC. ARQ. THU – BARNARD/COLUMBIA COLLEGES. Ciudad de México y Nueva York. Iván Rangel Padrón (2018)

50 IMAGEN 22. Mapa del Valle de México y las montañas vecinas, Jabbo Oltmanns. Alexander Humboldt. “Ensayo político del Reinado de La Nueva España”. (1814).

52 IMAGEN 23. La isla de México en el siglo XVI. Luis Covarrubias . (1957)

64 IMAGEN 24. ¿Qué pasa con el hundimiento?/ https://noticias.arq.com.mx/Detalles/9979.html

68 IMAGEN 25. Ecatepec. Santiago Arau. (2019)

73 IMAGEN 26. Socavón en vialidad causado por inundaciones. SACMEX. (2018). http://www.espaciomx.com/opinion-y-analisis/causas-y-posibles-soluciones-al-problema-del-agua-en-la-ciudad-de-mexico/

77 IMAGEN 27. Toma aérea de embarcadero en la Reserva Natural de Xochimilco. Yuri Cortéz. (2016). http://www.afpbb.com/

articles/-/3082863

78 IMAGEN 31. Cuadrícula de la delegación Xochimilco y sus localidades. (1971). Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Estadística. Mapoteca Manuel Orozco y Berra

78 IMAGEN 28. Tipos mexicanos vendedoras de flores en Xochimilco. (1930-1950). https://www.mexicoenfotos.com/mobile/city.php?album=vintage&province=distrito-federal&city=ciudad-de-mexico&page=

78 IMAGEN 29. Fotografía de Xochimilco, México. Hugo Breheme. (1925).https://mexicoantiguo.tumblr.com/post/173112103586/ciudad-universitariaciudad-de-m%C3%A9xico

78 IMAGEN 30. Xochimilco. Juan Rulfo. (1950).https://blog.xoximilco.com/es/en-el-lugar-de-la-sementera-florida/

80 IMAGEN 32. Chinampas productivas y canal en San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón. (2017)

80 IMAGEN 33. Canal cegado por basura y maleza. Rafael Milla Acosta. (2017).

80 IMAGEN 34. Asentamiento irregular sobre chinampa en San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).

82 IMAGEN 35. Asentamiento irregular sobre chinampa y chinampa productiva en San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón. (2017)

82 IMAGEN 36. Zona de transición en San Gregorio Atlapulco. Iván Rangel Padrón. (2017)

82 IMAGEN 37. Zona de montaña productora en San Gregorio Atlapulco. Alcaldía Xochimilco. Twitter (2020).

89 IMAGEN 38. Portadas de periódicos del 20 de septiembre de 2017. REFORMA. EL ECONOMISTA. LA JORNADA. EL UNIVERSAL. EXCELSIOR. MILENIO (2017).

90 IMAGEN 39. Tláhuac y Xochimilco, las grietas del sismo. https://lasillarota.com/metropoli/desaparecen-recursos-para-grietas-por-sismo-en-xochimilco-y-tlahuac-sismo-cdmx-grietas-xochimilco/242066

90 IMAGEN 40. Labores de derrumbes controlados realizados en inmuebles de San Gregorio Atlapulco por parte de especialistas y habitantes del sitio. Iván Rangel Padrón. (2017).

90 IMAGEN 41. Chinampas hundidas y agrietadas https://plumasatomicas.com/noticias/chinampas-xochimilco-hundidas-y-agrietadas/

90 IMAGEN 42. Parroquia San Gregorio Magno. San Gregorio Atlapulco. https://expansion.mx/nacional/2017/09/20/xochimilco-otra-de-las-zonas-con-grandes-afectaciones-por-el-sismo#pid=slide-4

92 IMAGEN 43. Xochimilco. Santiago Arau. (2017).

95 IMAGEN 44. Pista Olímpica Virgilio Uribe. (1968). https://mexico.as.com/mexico/2017/01/18/album/1484716977_485323.html

99 IMAGEN 45. Xochimilco desde el aire, zona chinampera de San Gregorio Atlapulco. Pablo Leautaud. (2016). http://www.flickr.com/photos/pleautaud/29621536163

137 IMAGEN 46. San Luis Tlaxialtemalco desde zona chinampera https://www.facebook.com/Tlaxialtemalco/photos/1545548352293616

162 IMAGEN 47. Grietas presentes después del sismo 19S en la zona chinampera de San Gregorio Atlapulco. Noticias 22. (2017). https://noticias.canal22.org.mx/2017/09/23/san-gregorio-grietas-en-el-agua-video/

162 IMAGEN 48. Grietas presentes después del sismo 19S en el pueblo de San Gregorio Atlapulco. Quadratín. (2017). https://mvsnoticias.com/noticias/capital/a-un-mes-del-sismo-san-gregorio-xochimilco-se-levanta-fotos-151/

167 IMAGEN 49. Grieta en carretera Xochimilco - Tulyehualco presente después del sismo 19S. (2017). https://mexico.quadratin.com.mx/reabren-carretera-en-xochimilco-danada-por-el-sismo-19s/

168 IMAGEN 50. Mapa de promedio de subsidencia acumulada de la Ciudad de México mediante interferometría de radar (InSAR) para el periodo 2002-2007. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED (2018)

169 IMAGEN 51. Mapa de las fracturas que afectan el territorio de la Ciudad de México elaborado por el Centro de Geociencias de la UNAM. Se muestra el relieve de la ciudad y las fallas geológicas regionales. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED (2018)

170 IMAGEN 52. Mapa de promedio de subsidencia acumulada de la Ciudad de México mediante interferometría de radar (InSAR) para el periodo 2002-2007. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED (2018)

171 IMAGEN 53. Mapa del nivel de vulnerabilidad física al fracturamiento de la Ciudad de México elaborado por el Centro de Geociencias de la UNAM. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED (2018)

175 IMAGEN 54. Grieta por secado presente en Texcoco, Estado de México. Insituto de Ingeniería de la UNAM.

175 IMAGEN 55. Grieta por fracturamiento hidráulica presente en el ex Lago de Texcoco, Estado de México. Insituto de Ingeniería de la UNAM.

175 IMAGEN 56. Grieta por fracturamiento hidráulico presente en el Lago de Iztacalco, Ciudad de México. Insituto de Ingeniería de la UNAM.

176 IMAGEN 57. (Arriba) Agrietamiento en suelo natural presente en Laguna Casa Colorada, Estado de México. Estas grietas se asocian a esfuerzos de tensión inducidos por obras diversas. Insituto de Ingeniería de la UNAM.

176 IMAGEN 58. (Abajo) Agrietamiento en taludes de bordos (abajo) presente en Laguna Casa Colorada, Estado de México. Estas grietas se asocian a esfuerzos de tensión inducidos por obras diversas. Insituto de Ingeniería de la UNAM.

177 IMAGEN 59. Esquema de proceso de evolución de grietas en zona de transición abrupta, su impacto en el suelo y las edificaciones. Instituto de Ingeniería de la UNAM.

178 IMAGEN 60. Esquema de grieta por tensión, comúnmente presentes en zonas de transición abrupta. Instituto de Ingeniería de la UNAM.

178 IMAGEN 61. Grietas en zona de transición abrupta presente en Tláhuac, Ciudad de México. Insituto de Ingeniería de la UNAM..

181 IMAGEN 62. Esquema de propagación de grieta por encharcamiento. Instituto de Ingeniería de la UNAM.

182 IMAGEN 63. “Xochimilco presenta falla geológica tras sismo”. http://diariotiempo.mx/estados/estado-de-mexico/xochimilco-presenta-falla-geologica-tras-sismo/

185 IMAGEN 64. .

185 IMAGEN 65. .

185 IMAGEN 66. .

185 IMAGEN 67. Método de medición de movimientos del suelo por micrómetro. CENAPRED. (2016)

187 IMAGEN 68. Agrietamiento y velocidad de hundimiento. Foto tomada de “Agrietamiento en el Subsuelo del Valle de México”. Videoconferencia emitida en directo a través del canal de Youtube del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Ciudad de México.

187 IMAGEN 69. Interacción entre la red de agua potable y las grietas en Iztapalapa, Tláhuac y Xochimilco.Foto tomada de “Agrietamiento en el Subsuelo del Valle de México”. Videoconferencia emitida en directo a través del canal de Youtube del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Ciudad de México.

189 IMAGEN 70. Hundimientos diferenciales presentes en la Ciudad de México que afectan edificaciones. Josh Haner. (2017). https://www.nytimes.com/es/interactive/ciudad-de-mexico-al-borde-de-una-

crisis-por-el-agua/.jpg

189 IMAGEN 71. Velocidad de hundimiento en la Ciudad de México por centímetro al año. Instituto de Ingeniería de la UNAM. (2007).

191 IMAGEN 72. Mapa que muestra la relación espacial entre las fracturas y fallas con la distribución de edificios colapsados en los sismos del 19 de Septiembre de 1985 y de 2017. PRESENTACIÓN-CGEO-CENAPRED..

192 IMAGEN 73. “En riesgo, colonias chinamperas asentadas en Xochimilco; sismo agravó hundimientos”. https://www.animalpolitico.com/2017/11/xochimilco-grietas-chinampas-sismo/

193 IMAGEN 74. Activación de grietas en la carretera Xochimilco - Tulyehualco después del sismo 19S. Miguel Fuantos. (2018). http:// www.elnorte.com/ aplicacioneslibre/ articulo/default.

195 IMAGEN 75. Modelo 3D de Caja disipadora de deformaciones unitarias. Foto tomada de PDF Mitigación de deformaciones inducidas por las grietas del suelo de la ciudad de México. Gabriel Auvinet y Jesús Sánchez

196 IMAGEN 76. Desplazamientos verticales en una caja disipadora de profundidad h= 0.5 m. Foto tomada de PDF “*Mitigación de deformaciones inducidas por las grietas del suelo de la ciudad de México*”. Gabriel Auvinet y Jesus Sánchez

197 IMAGEN 77. Sistema de cimentación por pilotes de control usado para compensar los movimientos del suelo en las edificaciones. Instituto de Ingeniería de la UNAM. -----Pilotes de control para edificaciones. Revista Geotecnia - Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica. (2017).

199 IMAGEN 78. “Xochimilco presenta falla geológica tras sismo”. http://diariotiempo.mx/estados/estado-de-mexico/xochimilco-presenta-falla-geologica-tras-sismo/

199 IMAGEN 79. “Nativitas, los hundimientos que se agudizaron con el sismo”. https://lasillarota.com/metropoli/nativitas-los-hundimientos-que-se-agudizaron-con-el-sismo/180403

207 IMAGEN 80. Foto aérea de zona de intervención. FACEBOOK @Tlaxialtemalco Tlaxialtemalco San Luis. 2021

209 IMAGEN 81. Tipo de suelo. Zona de transición abrupta. CENAPRED.

209 IMAGEN 82. Radiografía del suelo. Presencia de grietas en el subsuelo. CENAPRED.

212 IMAGEN 83. Foto aérea de San Luis Tlaxialtemalco vista desde zona chinampera. FACEBOOK @Tlaxialtemalco Tlaxialtemalco San Luis. 2021

217 IMAGEN 84. Foto aérea de zona de intervención. FACEBOOK @Tlaxialtemalco Tlaxialtemalco San Luis. 2021

218 IMAGEN 85. Antiguo Lago de Xochimilco visto desde San Luis Tlaxialtemalco. Hermanos Müller. (1913).

220 IMAGEN 86. Mapa de trazo y ubicacion de acueducto. (9) Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

223 IMAGEN 87. Balsa sobre el agua de la excavación. https://www.facebook.com/sanluistlaxialtemalco.tlaxialtemalco/photos/3095206750590876

223 IMAGEN 88. Sección ovoide y circular del acueducto. Peña Santana, P. y Levi Lattes, E. (1989). Historia de la hidráulica en México: Abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el Porfiriato. Recuperado el 21 de abril del 2021, de http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/965

223 IMAGEN 89. : Modelo de acueducto sometido a la acción de pesos para comprobar su resistencia. Fuente: Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

223 IMAGEN 90. Acueducto terminado. Fuente: Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

225 IMAGEN 91. Armadura completa. Fuente: Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

225 IMAGEN 92. Vista interior de armadura. Fuente: Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

227 IMAGEN 93. Edificio de la planta de bombas Num. 5 en San Luis . Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

228 IMAGEN 94. Plano de los manantiales de San Luis. . Marroquín y Rivera, M. (1914). Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México. Imprenta y Litografía Muller Hnos, México.

238 IMAGEN 95. Estado actual - Bloque 1 - Vista del Mercado desde chinampas. Iván Rangel Padron (2017)

238 IMAGEN 96. Estado actual - Bloque 3 - Vista de la calle Acuexcomax. Iván Rangel Padron (2017)

238 IMAGEN 97. Estado actual - Bloque 4 - Vista de la bodega del parque. Iván Rangel Padron (2017)

247 IMAGEN 98. Área del Vertedero, estructura del antiguo acueducto, actualmente deteriorado y en abandono Iván Rangel Padrón. (2017).

247 IMAGEN 99. Foro al aire libre en buen estadolván Rangel Padrón. (2017).

247 IMAGEN 100. Barda perimetral del bosque junto a palapa. Iván Rangel Padrón. (2017).

249 IMAGEN 101. Zona de playa artificial (izquierda) , barda perimetral del bosque y pasillo conector de la zona de ladera hacia el mercado y zona chinampera. Iván Rangel Padrón. (2017).

249 IMAGEN 102. Zona de acceso al bosque, oficinas y salón de fiesta. Iván Rangel Padrón. (2017).

249 IMAGEN 103. Andadores dentro del bosque de San Luis. Iván Rangel Padrón. (2017).

251 IMAGEN 104. Área colindante al mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco, terreno baldío e infraestructura abandonada. Iván Rangel Padrón. (2017).

251 IMAGEN 105. Avenida Año de Juárez. Iván Rangel Padrón. (2017).

251 IMAGEN 106. Escuela primaria colindante al abandonado mercado de comida, este inmueble sufrió daños durante el sismo 19S. Iván Rangel Padrón. (2017).

253 IMAGEN 107. Fábricas abandonadas en calle Acuexcomatl. Iván Rangel Padrón. (2017).

253 IMAGEN 109. Áreas en abandono y con presencia de basura en la calle Acuexcomatl, colindando al sur con el anexo del mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).

253 IMAGEN 108. Calle Acuexcomatl, los grandes muros de las fábricas abandonadas y las rejas crean un ambiente de inseguridad para el peatón. Iván Rangel Padrón. (2017).

255 IMAGEN 110. . Puente conector entre mercado de flores y chinampas. Iván Rangel Padrón. (2017).

255 IMAGEN 111. . Canal cegado al norte del mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).

255 IMAGEN 112. Mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).

257 IMAGEN 113. . Vivienda de autoconstrucción en las chinampas. Rafael Milla Acosta. (2017).

257 IMAGEN 115. . Inicio de calle Acuexcomatl, presencia de edificaciones abandonadas y asentamientos irregulares. Iván Rangel Padrón. (2017).

257 IMAGEN 114. . Viviendas de autoconstrucción ubicada en el eje de grieta que pasa por el anexo del mercado de flores de San Luis Tlaxialtemalco. Iván Rangel Padrón. (2017).

260 IMAGEN 116. Primer Lugar del Concurso Juan Gunther https://www.archdaily.mx/mx/02-338055/primer-lugar-concurso-juan-gunther-en-lima-peru

260 IMAGEN 117. Berlin Pink Pipes https://photoeverywhere.co.uk/west/berlin/slides/berlin_water_pipes.htm

260 IMAGEN 118. Patio 2.12 Solar Decatlhon Europe 2012 https://blog.ferrovial.com/es/2012/09/colaboracion-con-universidades-proyecto-patio-2-12/

262 IMAGEN 119. Primer Lugar del Concurso Juan Gunther . Fotos tomadas de: https://www.archdaily.mx/mx/02-338055/primer-lugar-concurso-juan-gunther-en-lima-peru?ad_medium=gallery

264 IMAGEN 120. Primer Lugar del Concurso Juan Gunther . Fotos tomadas de: https://www.archdaily.mx/mx/02-338055/primer-lugar-concurso-juan-gunther-en-lima-peru?ad_medium=gallery

266 IMAGEN 121. Berlin Pink Pipes. Fotos tomadas de: http://www.morethangreen.es/en/berlins-pink-pipes/

268 IMAGEN 122. Berlin Pink Pipes. Fotos tomadas de: http://www.morethangreen.es/en/berlins-pink-pipes/

270 IMAGEN 123. Casa Patio 2.12 de Andalucía Team https://www.flickr.com/photos/sdeurope/8141316478

270 IMAGEN 124. Planta de la vivienda Patio 2.12. https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4231/4888.

270 IMAGEN 125. Módulo cocina de Patio 2.12.https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4231/4888.

272 IMAGEN 126. Estructura Patio 2.12. Fotos tomadas de: http://aulagreencities.coamalaga.es/patio-2-12-un-proyecto-de-estructura-sostenible/

327 IMAGEN 127. Selección de pavimentos flexibles y adaptables a las condiciones del terreno

349 IMAGEN 128. Persona transportando flores en chalupa por los canales de Xochimilco. (2018). https://webecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/todos-los-numeros/articulos-anteriores/363-xochimilco-sostenible

GRÁFICOS

49 GRAFICO 1. Eje Neolvocánico Transversal Mexicano. Elaboración propia a partir de información de ‘Datos Básicos de la Geografía de México’ de INEGI. (2000).

50 GRAFICO 2. Localización Geográfica de la Cuenca de México. Elaboración propia a partir de información de ‘El Agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán de la Megalópolis del siglo XXI’ de Legorreta, J. (2006).

56 GRAFICO 3. Mapa del Lago Original de la Cuenca. Elaboración propia a partir de datos de ‘El Agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán de la Megalópolis del siglo XXI’ de Legorreta, J. (2006).

58 GRAFICO 4. Proceso Histórico de Desecación de los Lagos y crecimiento de Mancha Urbana dentro de la Cuenca del Valle de México. Elaboración propia a partir de ‘El Agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán de la Megalópolis del siglo XXI’ de Legorreta, J. (2006) y ‘México Ciudad Futura’ Kalach, A. (2010).

60 GRAFICO 5. Infraestructura para abastecimiento de agua en la Ciudad de México. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA. (2010).

63 GRAFICO 6. Balance hídrico de la Cuenca de México. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA. (2010).

66 GRAFICO 7. Infraestructura de drenaje para la Ciudad de México. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA. (2012).

70 GRAFICO 8. Proceso histórico de crecimiento de Población y Mancha Urbana dentro de la Cuenca de México. Elaboración propia a partir de ‘El Agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán de la Megalópolis del siglo XXI’ de Legorreta, J. (2006) y ‘México Ciudad Futura’ Kalach, A. (2010).

100 GRAFICO 9. Polígono regional - Mapa Base. Elaboración propia a partir de “Conjunto de datos vectoriales de información”. INEGI. (2010).

102 GRAFICO 10. Polígono regional - Geología. Elaboración propia a partir de “Conjunto de datos vectoriales de información Geológica. Rocas”. INEGI. (2010).

104 GRAFICO 11. Polígono regional - Edafología. Elaboración propia a partir de “Catálogo de metadatos geográficos Edafología”. CONABIO. (2001).

106 GRAFICO 12. Polígono regional - Hidrología. Elaboración propia a partir de “Conjunto de datos vectoriales de información topográfica”. Serie V. CDMX. INEGI (2010) y “Sistema de Información Geográfica de la Zona Lacustre de Xochimilco”. PAOT. (2014).

108 GRAFICO 13. Polígono regional - Zona Chinampera. Elaboración propia a partir de “Plan de manejo integral para el desarrollo sustentable de la zona lacustre de Xochimilco”. CENTRO GEO, CONACYT. (2016).

110 GRAFICO 14. Polígono regional - Suelo de Conservación. Elaboración propia a partir de “Sistema de Información Geográfica Participativo de la Zona Lacustre de Xochimilco”. PGOEDF. (2000).

112 GRAFICO 15. Polígono regional - Mancha Urbana y Espacio Libre. Elaboración propia a partir de “Atlas of Urban Extension”. (2014) .

112 GRAFICO 16. Proceso de población y crecimiento de la mancha urbana en los pueblos originarios de Xochimilco. Elaboración propia a partir de “Atlas of Urban Extension”. (2014).

114 GRAFICO 17. Polígono regional - Áreas Verdes y Agricultura. Elaboración propia a partir de “Conjunto de datos vectoriales de

información - Uso de suelo y Vegetación". INEGI. (2010).

116 GRAFICO 18. Polígono regional - Hundimientos e inundaciones. Elaboración propia a partir de "Informe Final - Tendencias y propuestas sobre el hundimiento de la zona del ANP. Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco". PAOT. (2012).

118 GRAFICO 19. Polígono regional - Clasificación de suelo y Grietas. Elaboración propia a partir de "Atlas Nacional de Riesgos". SEGOB, CENAPRED,UNAM. (2017).

120 GRAFICO 20. Polígono regional - Red de abastecimiento de agua. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en la Unidad de Atención Ciudadana, Difusión, trámites y servicios. Alcaldía Xochimilco. (2010).

122 GRAFICO 21. Polígono regional - Red de drenaje y tratamiento de agua. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en la Unidad de Atención Ciudadana, Difusión, trámites y servicios. Alcaldía Xochimilco. (2010).

124 GRAFICO 22. Polígono regional - Movilidad y transporte. Elaboración propia a partir de "Conjunto de datos vectoriales de información - Vialidades ". INEGI. (2010).

126 GRAFICO 23. Polígono regional - Diagnóstico de zona de estudio. Elaboración propia.

129 GRAFICO 24. Diagrama Generativo para un primer acercamiento de Plan Maestro en San Gregorio: Elaboración Propia.

130 GRAFICO 25. Primer acercamiento de Plan Maestro para la zona de San Gregorio, abarcando temas de agua, espacio público y territorio; preservando la zona chinampera, conectando el medio urbano con el natural por medio de propuestas que respeten la identidad del territorio y por último un programa de repoblación forestal para el aumento gradual de áreas permeables y de infiltración que a su vez mitigue el crecimiento urbano.

132 GRAFICO 26. Propuesta de zonas inundables y rescate de canales para primer acercamiento de Plan Maestro. Elaboración propia.

138 GRAFICO 27. Plan maestro - Definición del polígono. Elaboración propia a partir de datos de INEGI. (2016). y fotografías de Google Earth. (2019)

140 GRAFICO 28. Plan Maestro - Plataformas. Elaboración propia a partir de "Atlas Nacional de Riesgos y Sistema de información geográfica participativo de la zona lacustre de Xochimilco". INEGI. (2016). PGOEDF. (2000).

143 GRAFICO 29. Diagrama Generativo para Plan Maestro de Xochimilco y sus pueblos originarios.Elaboración Propia.

144 GRAFICO 30. Plan Maestro - Estrategia 1. Elaboración propia a partir de "Acervo planos delegación Xochimilco". INEGI. (2016).

146 GRAFICO 31. Plan Maestro - Estrategia 2. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).

148 GRAFICO 32. Plan Maestro - Estrategia 3. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).

150 GRAFICO 33. Plan Maestro - Estrategia 4. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).

152 GRAFICO 34. Plan Maestro - Estrategia 5. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).

154 GRAFICO 35. Plan Maestro para la zona chinampera de Xochimilco y sus pueblos originarios. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).

157 GRAFICO 36. Plan maestro - Síntesis de sistemas . Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).

159 GRAFICO 37. Plan maestro - Polígonos de acción . Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018) e información de INEGI. (2016).

160 GRAFICO 38. Análisis de polígonos de acción - Mancha urbana, Invernaderos y Equipamiento . Elaboración propia a partir de datos de INEGI. (2016).

161 GRAFICO 39. Análisis de polígonos de acción - Usos de suelo . Elaboración propia a partir de "Programa de Desarrollo Urbano para la delegación Xochimilco). (2013).

173 GRAFICO 40. Modos de agrietamiento. Elaboración propia a partir de información del Instituto de Ingeniería de la UNAM. (2019).

179 GRAFICO 41. Elementos que conforman la estructura de la grieta comúnmente presentes en laderas inestables. Elaboración propia a partir de información del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

180 GRAFICO 42. Mecanismo de propagación de agrietamientos, la presencia de agua en las grietas puede incrementar las dimensiones de la misma, aumentado la magnitud de la problemática en algunas zonas. Elaboración propia a partir de información del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

201 GRAFICO 43. Diagrama conceptual para análisis de ubicación de zonas con presencia de grietas geotécnicas con potencial a lo largo de la Zona de Transición. Elaboración propia.

203 GRAFICO 44. Plan de Acción para la Zona de Transición. Elaboración propia.

205 GRAFICO 45. Análisis de polígono potencial en San Luis Tlaxialtemalco. Elaboración propia.

207 GRAFICO 46. Análisis de elementos presentes en el conjunto de predios potenciales de San Luis Tlaxialtemalco. Elaboración propia.

211 GRAFICO 47. Polígono de San Luis Tlaxialtemalco ubicando las áreas afectadas por agrietamiento y hundimientos puntuales. Mapa de elaboración propia en base a datos de Atlas de Riesgos del CENAPRED.

230 GRAFICO 48. Polígono de proyecto - Zona de transición, presencia de grietas y pozos de extracción. Elaboración propia a partir de "Atlas de Riegos" (2018).

232 GRAFICO 49. Polígono de proyecto - Mapa base. Elaboración propia a partir de "Catastro de la Ciudad de México". SEDUVI. (2013). y Google Earth.

233 GRAFICO 50. Polígono de proyecto - Predios potenciales. Elaboración propia a partir de imagenes de Google Earth.

235 GRAFICO 51. Diagrama - Unificación de predios potenciales. Elaboración propia.

237 GRAFICO 52. Diagrama - Características de predios potenciales. Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Información Geográfica de SEDUVI. (2019).

241 GRAFICO 53. Diagrama - Elementos de estado actual. Elaboración propia.

242 GRAFICO 54. Polígono de proyecto - Elementos de estado actual. Elaboración propia.

243 GRAFICO 55. Polígono de proyecto - Problemática del sitio. Elaboración propia.

244 GRAFICO 56. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales. Elaboración propia.

246 GRAFICO 57. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales, Bosque de San Luis. Elaboración propia.

250 GRAFICO 58. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales, situación de equipamiento dañado o abandonado. Elaboración propia.

252 GRAFICO 59. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales, situación de abandono de fábricas y deterioro de anexo del mercado de flores. Elaboración propia.

254 GRAFICO 60. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales, situación del canal cegado y desconexión con el mercado

de flores. Elaboración propia.

256 GRAFICO 61. Análisis del sitio - Estado actual en los predios potenciales, situación viviendas dañadas y asentamientos irregulares. Elaboración propia.

259 GRAFICO 62. Diagramas de intenciones de diseño sobre los predios potenciales. Elaboración propia.

274 GRAFICO 63. Diagramas de programa arquitectónico dividido por zonas de actuación y emplazamientos de los elementos enlistados. Elaboración propia.

276 GRAFICO 64. Primer acercamiento de zonificación y emplazamiento, se delimitan las áreas donde se establecen los elementos del programa y se explora con ejes de composición que definan el diseño del conjunto. Elaboración propia.

278 GRAFICO 65. Definición de acciones para el conjunto en puntos específicos, estas acciones le otorgan un objetivo a cada punto que puede influir en las características de diseño de su forma final. Elaboración propia.

279 GRAFICO 66. Segundo acercamiento de zonificación y emplazamiento, se determinan áreas más precisas y también su función, áreas verdes (verde) y espacio público (morado). Elaboración propia.

280 GRAFICO 67. Primer propuesta de planta de conjunto. Elaboración propia.

285 GRAFICO 68. Axonométrico de conjunto. Vista completa de la propuesta de equipamiento, espacio público y vivienda. Elaboración propia.

286 GRAFICO 69. Diagramas de estudio de los predios intervenidos.

287 GRAFICO 70. Diagramas de estudio de los predios intervenidos. Diagrama de usos. Elaboración propia

288 GRAFICO 71. Diagramas de estudio de los predios intervenidos. Diagrama de flujo hídrico. Elaboración propia

289 GRAFICO 72. Diagramas de estudio de los predios intervenidos. Diagrama de movilidad. Elaboración propia

290 GRAFICO 73. Planta de conjunto. Elaboración propia.

292 GRAFICO 74. Planta arquitectónica de conjunto. Elaboración propia.

294 GRAFICO 75. Axonométrico de conjunto del sistema hídrico.. Elaboración propia.

297 GRAFICO 76. Axonométrico de zona de bosque con el sistema de terrazas. Elaboración propia.

299 GRAFICO 77. Corte perspectivado Plaza central - Terrazas. Elaboración propia.

300 GRAFICO 78. Zoom a zona de bosque del axonométrico de conjunto del sistema hídrico.Elaboración propia.

301 GRAFICO 79. Corte de terraza y área de biorretención en zona de bosque. Elaboración propia.

303 GRAFICO 80. Axonométrico de zona de cultural y anexo del mercado. Elaboración propia.

304 GRAFICO 81. Vista de pasillo en anexo de mercado de flores hacia Zona Cultural. Elaboración propia.

309 GRAFICO 82. Corte y alzado de criterio de red de distribución y desalojo de agua tratada.Elaboración propia.

311 GRAFICO 83. Axonométrico de zona del mercado y muelles. Elaboración propia.

312 GRAFICO 84. Diagrama generador de funcionamiento de estructura. Elaboración propia.

313 GRAFICO 85. Diagrama generador de funcionamiento de estructura. Vista lateral de las estructura propuestas para los locatarios

del mercado de flores. Elaboración propia.

315 GRAFICO 86. Estudio y diseño del modelo 3D de la estructura propuesta. Elaboración propia.

316 GRAFICO 87. Corte por fachada para criterio estructural de paraguas invertido. Elaboración propia.

317 GRAFICO 88. Variables de uso y asentamiento para estructura de paraguas.Elaboración propia.

318 GRAFICO 89. Vista de plaza interior en el mercado de flores. Elaboración propia.

321 GRAFICO 90. Planta de techos (Arriba) y Planta arquitectónica (Abajo) en base al módulo de estructura para el mercado de flores. Elaboración propia.

322 GRAFICO 91. Vista de acomodo de estructuras en mercado de flores.. Elaboración propia.

322 GRAFICO 92. Vista de pasillo de mercado de flores hacia zona chinampera.. Elaboración propia.

324 GRAFICO 93. Vista de plaza captadora de agua, con pozo y fuente para distribución del líquido. Elaboración propia.

326 GRAFICO 94. Zoom a zona de mercado del axonométrico de conjunto del sistema hídrico.Elaboración propia.

329 GRAFICO 95. Corte de plaza captadora de agua, con cisterna y pozo para distribución del líquido. Elaboración propia.

331 GRAFICO 96. Axonométrico de plaza central con conexión a todos los predios. Elaboración propia.

332 GRAFICO 97. Vista de embarcaderos y áreas de manejo del producto. Elaboración propia.

335 GRAFICO 98. Axonométrico de zona de viviendas y zona escolar. Elaboración propia.

337 GRAFICO 99. Axonométrico para módulo de vivienda. Elaboración propia..

338 GRAFICO 100. Axonométrico con proceso de construcción para prototipo de vivienda. Elaboración propia.

339 GRAFICO 101. Planta arquitectónica para prototipo de vivienda - Tipología principal. Elaboración propia.

341 GRAFICO 102. Corte por fachada de prototipo de vivienda. Elaboración propia.

343 GRAFICO 103. Detalles de cubierta - canaleta y sistema de captación pluvial en las viviendas. Elaboración propia.

343 GRAFICO 104. Diagrama de flujo para el manejo del agua pluvial. Elaboración propia.

345 GRAFICO 105. Corte perspectivado de núcleo de viviendas, cimentación auto soportada y caja disipadora. Elaboración propia.



Estudiante de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, apasionado por la arquitectura, la música, el arte y los deportes. Me gusta viajar, conocer nuevos lugares y personas. Me interesa profundamente el proceso creativo detrás de la concepción de una idea y los retos técnicos de su ejecución física.

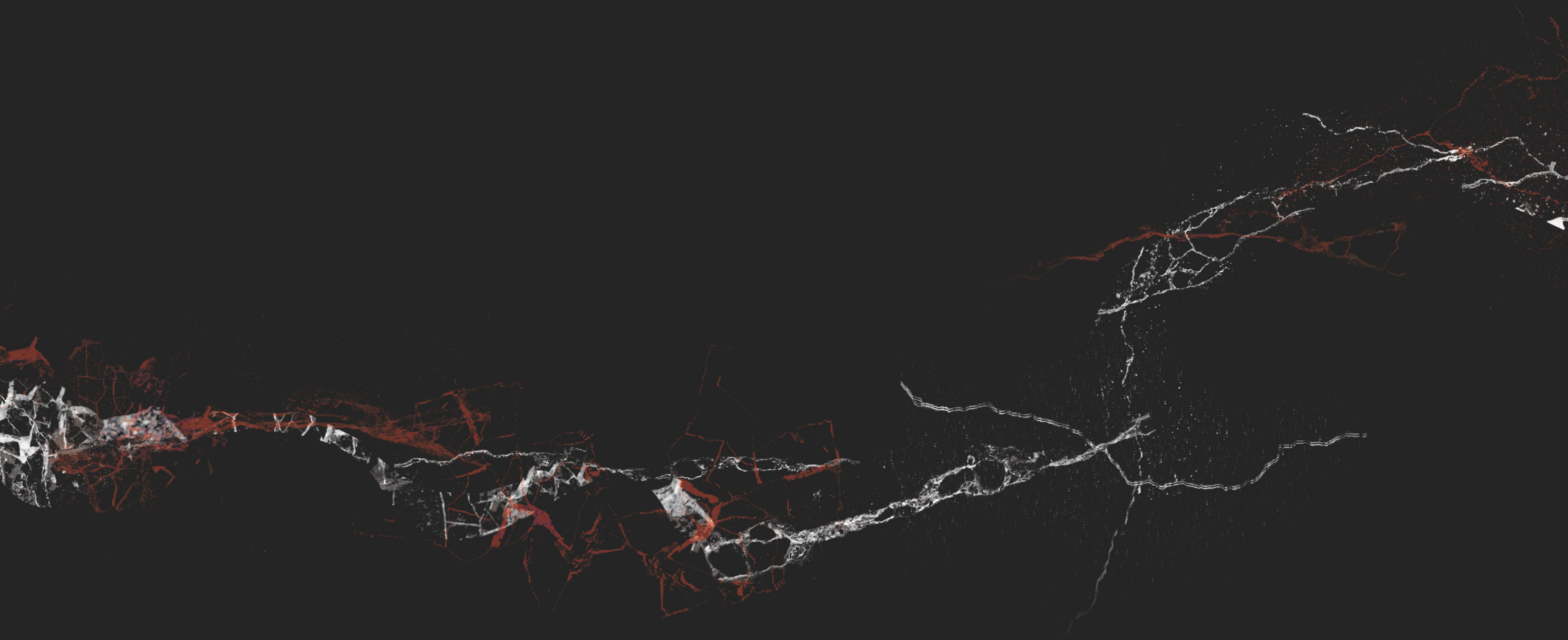


Estudiante de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, tengo particular interés en los temas relacionados con arquitectura, arte y ciudad. Soy apasionado de las construcciones tanto materiales como mentales, producto de la síntesis del conocimiento científico y empírico; además disfruto del trabajo creativo realizado a detalle, que desarrolle el pensamiento crítico.



Estudiante de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, aficionado de la fotografía, la comida y sus relaciones socioculturales, la naturaleza, y el cine. La materialidad, la evolución de los procesos constructivos, la integración de nuevas tecnologías y la sostenibilidad son temas que me atraen dentro de la arquitectura.

UNAM | FA | THU



CONTRERAS TORRES | MILLA ACOSTA | RANGEL PADRÓN