

LA GUÍA DEL NEXO ENTRE EL AGUA Y EL USO DEL SUELO EN BAJA CALIFORNIA

Impulsando un futuro próspero y cuencas hidrográficas saludables mediante la integración de los recursos hídricos y la planificación del uso del suelo

#### **AGRADECIMIENTOS**

#### **COLABORADORES**

DR. ARQ. ELÍAS PÁEZ FRÍAS, CITY+COMMUNITY CONSULTING

DRA. MARTHA VERONICA AGUILAR QUINTANAR,

CITY+COMMUNITY CONSULTING

NOAH KAISER, SONORAN INSTITUTE

WAVERLY KLAW, SONORAN INSTITUTE

FRANCISCO ZAMORA, SONORAN INSTITUTE

**ENRIQUE VILLEGAS, SONORAN INSTITUTE** 

**EDITH SANTIAGO, SONORAN INSTITUTE** 

MARIANA MIRANDA, SONORAN INSTITUTE

AGUSTÍN ROBLES MORUA, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

EFRAIN VIZUETE JARAMILLO, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

JOSEFINA CAMPOY.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

JOSÉ DE JESÚS QUINTANAR GUADARRAMA,

CILA SECCIÓN MEXICANA

EDUARDO HINOJOSA ROBLES,

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

MARIO LÓPEZ PEREZ

CARREE MICHEL

#### **GRACIAS A NUESTROS FINANCIADORES**

Nuestro trabajo es posible gracias al Banco de Desarrollo de América del Norte y al generoso apoyo de socios, patrocinadores, instituciones públicas, financiadores privados y contribuyentes en especie adicionales que visualizan un futuro más resiliente dentro de las comunidades mexicanas y la región fronteriza entre Estados Unidos y México.



Copyright © 2025 by The Sonoran Institute and the Babbitt Center for Land and Water Policy, a Center of the Lincoln Institute of Land Policy.

Sonoran Institute | 5049 E Broadway Blvd., Ste 127 | Tucson, Arizona, 85711 | growingwatersmart@sonoraninstitute.org

#### ACERCA DE GROWING WATER SMART

Growing Water Smart, un programa del Sonoran Institute y el Centro Babbitt para Políticas de Tierras y Aguas del Instituto Lincoln de Política de Suelos, presenta a las comunidades la gama completa de herramientas de comunicación, participación pública, planificación e implementación de políticas para hacer realidad sus objetivos de salud de su cuenca y resiliencia comunitaria. El taller Growing Water Smart empodera a los líderes de los gobiernos locales para adoptar planes y políticas de uso de la tierra que apoyen la resiliencia hídrica. Las personas interesadas pueden obtener más información en www.growingwatersmart.org.



#### ACERCA DEL SONORAN INSTITUTE

La misión del Sonoran Institute es conectar a las personas y comunidades con los recursos naturales que las nutren y sostienen. Imaginamos una cuenca del Río Colorado donde los ríos fluyen, los paisajes son saludables, y todas las comunidades prosperan.



#### ACERCA DEL CENTRO BABBITT PARA POLÍTICAS DE TIERRA Y AGUA

El Centro Babbitt para Políticas de Tierra y Agua, un centro del Instituto Lincoln de Política de Suelo, busca avanzar en la integración de la gestión de tierras y agua para satisfacer las necesidades hídricas actuales y futuras de la cuenca del Río Colorado, y sus comunidades, economías y el medio ambiente. El Centro Babbitt desarrolla herramientas y mejores prácticas para guiar las decisiones a través de investigación, capacitación, y asociaciones para la gestión sostenible de los recursos terrestres e hídricos en la Cuenca y más allá.

Esta Guía tiene fines de información general únicamente y no debe interpretarse como asesoramiento legal ni una opinión legal sobre ningún hecho o circunstancia particular. Consulte directamente con su abogado para obtener asesoramiento e información sobre situaciones específicas y cualquier pregunta legal específica que pueda tener.

Se cree que la información de la Guía está actualizada a la fecha de publicación, pero puede estar desactualizada, y Sonoran Institute y los contribuyentes de la guía no se comprometen a actualizar la información de esta Guía una vez publicada.



## TABLA DE CONTENIDO

Introducción	1
Sección 1: Planificación inteligente del agua	6
Sección 2: Garantía del suministro del agua para el desarrollo urbano bajo esquemas de sustentabilidad	22
Sección 3: Proceso y política de uso de suelo	42
Sección 4: Reducción de inundaciones y Calidad del Agua	52
Sección 5: Programas de incentivos para el uso eficiente del agua	62
Anexos	72
Anexo 1: Entrevistas a expertos	72
Anexo 2: Cuestionario aplicado en Taller Growing Water Smart de Mexicali-Calexico	77
TABLAS	
Tabla 1. Elementos que se deben integrar en los planes inteligentes con enfoque en el cuidado del agua	17
Tabla 2. Plantas potabilizadoras	27
Tabla 3. Demandas de agua en Baja California	30
Tabla 4. Suministros alternos	30
Tabla 5. Los beneficios de los suministros alternativos de agua	32
Tabla 6. Costos de Inversió	38
Tabla 7. Sistema Hidrológico de Tijuana	56
Tabla 8. Técnicas comunes de desarrollo de bajo impacto y de infraestructura verde	58
Tabla 9. Rangos tarifarios para consumo de agua en la ciudad de Nogales, Sonora	68
Tabla 10. Rangos tarifarios para consumo de agua de uso doméstico en la ciudad de Mexicali, Baja California	69



# INTRODUCCIÓN

El programa **Growing Water Smart** es una iniciativa que presenta a las comunidades de los Estados Unidos y México una gama completa de herramientas para la comunicación, participación pública, planificación e implementación de políticas para lograr sus objetivos de protección de las cuencas hidrográficas, el desarrollo del uso de suelo y la resiliencia comunitaria a nivel urbano.

La presente guía está orientada a la frontera entre Baja California del lado mexicano y California en Estados Unidos, este documento es un compendio del programa de capacitación y asistencia GWS. En el lado estadounidense existen ejemplos de guías enfocadas en la conservación del agua en relación con el uso del suelo tal como la guía desarrollada en Colorado, <sup>1</sup> Arizona, <sup>2</sup> y de California. <sup>3</sup> Estas quías se pueden utilizar tanto como referencia educativa, así como en la identificación de políticas para las comunidades y ciudades en el lado mexicano. Para una mejor implementación de programas o iniciativas orientadas al manejo eficiente de los recursos hídricos en el desarrollo de las ciudades fronterizas se deben consultar y reconocer qué tipo de guías o programas se están desarrollando al otro lado de la frontera para potenciar ambas acciones y esfuerzos. La presente guía es un documento vivo, desarrollado en octubre-noviembre del 2024, que se actualizará periódicamente para incluir avances tanto en información como en otros casos de estudio relevantes. La presente guía se basa en una versión

anterior del documento que fue diseñada para cubrir toda la región fronteriza entre Estados Unidos y México de manera más general.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados por las Naciones Unidas incluyen enfoques en agua potable y saneamiento (objetivo 6), así como ciudades y comunidades sostenibles (objetivo 11). Para continuar avanzando hacia el logro de estos ODS y lograr tanto la protección como el uso eficiente de los recursos hídricos en el crecimiento sostenible de las áreas urbanas; esta guía proporciona lineamientos relacionados con la gestión colaborativa de los recursos hídricos y la planificación del uso del suelo. Dada la falta de información y planes integrados que vinculen la demanda futura de agua y la proyección del crecimiento poblacional en las ciudades mexicanas, esta información permitirá a las comunidades:

- Tomar decisiones con el enfoque de la gestión de la oferta y la demanda del agua a nivel urbano.
- Orientar el crecimiento en áreas urbanas con un énfasis en la salud de las cuencas hidrográficas.

<sup>[1]</sup> Colorado Growing Water Smart Guidebook: The Water Land-Use Nexus.

<sup>[2]</sup> Growing Water Smart: The Water Land-Use Guidebook, Arizona.

<sup>[3]</sup> Growing Water Smart: The Water Land-Use Guidebook, California.

 Transitar de la gobernanza aislada a una gestión integrada del agua y del ordenamiento territorial de las ciudades.

Además, esta guía proporciona herramientas y estrategias que se alinean con conceptos e iniciativas mundialmente reconocidos, incluidos los siguientes:

- Ciudades con manejo inteligente del agua, donde las redes y servicios tradicionales se vuelven más eficientes con soluciones digitales que benefician a los habitantes y las empresas.<sup>4</sup>
- Resiliencia urbana, que se relaciona con la capacidad de los sistemas, empresas, instituciones, comunidades e individuos de una ciudad para sobrevivir, adaptarse y prosperar, a pesar tanto del estrés crónico como de las crisis agudas.<sup>5</sup>
- Ciudades esponja, que utilizan infraestructura verde para reducir la escorrentía urbana, gestionar las aguas pluviales y reducir la calefacción urbana.<sup>6</sup>

<sup>[4]</sup> European Commission, "What are smart cities?"

https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/topic-and-urban-development/topic-and-urban-development/topic-and-urban-d

<sup>[5]</sup> Resilient Cities Network, "What is urban resilience?" https://resilientcitiesnetwork.org/what-is-urban-resilience/

<sup>[6]</sup> The Urbanist, "Urbanism 101: What is a sponge city?" https://www.theurbanist.org/2023/02/08/urbanism-101-what-is-a-sponge-city/

## INTRODUCCIÓN PARA LA GUÍA DE LA INTEGRACIÓN ENTRE EL USO DEL AGUA Y DEL SUELO

Esta guía tiene como objetivo ayudar a la comunidad a identificar los puntos de intervención más apropiados relacionados directamente con el uso del suelo urbano y la gestión de los recursos hídricos con el fin de ayudar a alcanzar los objetivos de sustentabilidad en el ámbito urbano. No es un plan estratégico, es una referencia que identifica diversas acciones para el uso inteligente del agua en las ciudades. La guía está dividida en cinco secciones y cada sección incluye:

- Una perspectiva que justifica cada estrategia.
- Un enfoque que describe la política específica o las acciones de gestión para lograr resultados de conservación y eficiencia del agua.
- Unas estrategias para la implementación de los enfoques.
- Unos casos de estudio que demuestran cómo otras comunidades han implementado una o varias herramientas, políticas, o programas para integrar los esfuerzos del manejo del agua y del uso del suelo.

El documento se encuentra dividido en la siguientes secciones:

#### Sección 1:

#### PLANIFICACIÓN INTELIGENTE DEL AGUA

Resume las oportunidades que brinda la integración del uso del agua y del suelo durante los procesos de planificación urbana.

#### Sección 2:

#### GARANTÍA DEL SUMINISTRO DEL AGUA PARA EL DESARROLLO URBANO BAJO ESQUEMAS DE SUSTENTABILIDAD

Proporciona una revisión del requisito del Gobierno Federal, Estatal y Municipal para que los nuevos planes de desarrollo urbanos tengan un suministro de agua adecuado y sostenible.

#### Sección 3:

## PROCESO Y POLÍTICA DE USO DE SUELO INTEGRANDO USO INTELIGENTE DEL AGUA

Introduce principios, políticas y procedimientos regulatorios que pueden hacer que el patrón de desarrollo urbano de una comunidad sea inteligente y reflexivo en materia de agua.

#### Sección 4:

## REDUCCIÓN DE INUNDACIONES Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS SALUDABLES

Describe los enfoques para la protección de las cuencas, la calidad del agua y tratamiento del agua con el fin de incentivar a que las comunidades urbanas sean más resilientes.

#### Sección 5:

#### PROGRAMAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA

Resume programas y opciones adicionales para gestionar las demandas de agua comunitarias existentes.

#### CONDICIONES GENERALES DEL AGUA EN BAJA CALIFORNIA

El volumen del agua que se distribuye entre México y Estados unidos está regulado por el Tratado de Aguas Internacionales firmado el 3 de febrero de 1944; en este acuerdo se garantiza a México la entrega anual de 1,850.23 hm³ de agua, de los cuales el 90.7% que corresponden a 1,677.54 hm³/año son entregados en el Lindero Internacional Norte (LIN), en la Presa Morelos, y el 9.3% restante que son 172.69 hm³/año son entregados en el Lindero Internacional Sur (LIS), a través del Canal Sánchez Mejorada, en San Luis Río Colorado. Sonora.<sup>7</sup>

Además del volumen asignado por agua superficial del Río Colorado, la porción mexicana del río tiene un volumen medio anual de escurrimiento natural de 12.52 hm³, lo que da un volumen total anual de 1,862.75 hm³, el cual se distribuye de la siguiente manera:

- Uso agrícola: 1,645.04 hm³ (88.31%)
- Uso industrial: 65.77 hm<sup>3</sup> (3.53%)
- Uso público urbano:16.20 hm³ (0.87%)
- Volumen comprometido hacia aguas abajo, caudal ecológico: 1.25 hm³ (0.07%)
- Otros usos, incluye los usos de acuacultura, doméstico, pecuario, múltiples y de servicios:
   2.08 hm³ (0.11%)

# El presente documento se enfoca en la intervención sobre los 16.20 hm³ que constituyen la asignación al uso público urbano.

En los últimos años en la zona costa se ha presentado un problema creciente en el suministro de agua en los Municipios de Tijuana, Ensenada y Playas de Rosarito; las fuentes de abastecimiento locales actuales no satisfacen al 100% la demanda, además, existen problemas en la infraestructura de conducción que empeoran la eficiencia del suministro. En Ensenada la planta potabilizadora de agua de mar ha tenido una operación irregular, lo que agrava la situación local. Por otro lado, en San Quintín existe una sobreexplotación de los pozos de la región, lo que obliga a buscar alternativas para mantener el suministro a corto plazo.

La capacidad actual de las plantas potabilizadoras es insuficiente en relación con los volúmenes requeridos, además opera con equipo de baja eficiencia.

En cuanto al alcantarillado pluvial, la cobertura es insuficiente en todas las ciudades del Estado, esto junto con el daño en las condiciones de la infraestructura que supera su vida útil, ocasiona que en la temporada de lluvias este recurso no pueda ser aprovechado y ocasione colapsos generando inundaciones y condiciones insalubres.

<sup>[7]</sup> Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2020), El agua en el Valle de Mexicali, Baja California. https://www.imta.gob.mx/gobmx/2020/EL\_AGUA\_VALLE\_MEXICALI.pdf

Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) trabajan con equipos de baja eficiencia, las capacidades de manejo son insuficientes tanto en el ambiente urbano como en el rural, además, puede

existir un incumplimiento en las normas de descarga, de tal manera que los mecanismos manejo de aguas residuales y de recuperación presentan un serio problema en el Estado.<sup>8</sup>



Figura 1. Distribución del agua superficial (Río Colorado) en el lado mexicano. Fuente: REPDA, 2015.

<sup>[8]</sup> Comisión Internacional de Límites de Aguas entre México y Estados Unidos, "Formulación del programa de saneamiento de la frontera norte a nivel gran división" http://www.cila.gob.mx/syca/SUIF/PSFN\_IF03\_Mexicali\_A\_Informe.pdf

## SECCIÓN 1

# PLANIFICACIÓN INTELIGENTE DE AGUA

Para lograr las metas de un futuro sostenible, las instituciones de gobierno junto con las comunidades deben crear planes que integren la planificación inteligente del uso del suelo y del agua con una perspectiva a futuro de la resiliencia hídrica.



## **PERSPECTIVA**

La planificación, desarrollo y distribución del uso del suelo realizada por las instituciones de gobierno, organismos operadores y desarrolladores de proyectos de viviendas requiere de un trabajo transversal colaborativo con los administradores de los recursos hídricos a fin de ofrecer una distribución adecuada del agua, mayor control en el uso eficiente e implementación de mecanismos de recuperación para garantizar el suministro del recurso ante las demandas futuras.

Si se aplica con éxito, un enfoque integrado de gestión de los recursos hídricos y el uso del suelo se puede garantizar lo siguiente:

Desarrollo urbano organizado con la garantía de suministro equitativo y suficiente del recurso hídrico. Reducción de impactos negativos en las cuencas hidrológicas con protección de las funciones ecológicas y la calidad de los recursos hídricos.

Evaluación anticipada de los posibles impactos en el suministro de agua como consecuencia de nuevos desarrollos urbanos. Gestión sustentable en el cambio de usos de suelo considerando impactos en los recursos hídricos existentes.

Análisis integral de la visión y los objetivos alineados en los planes de desarrollo y en los planes para la gestión de los recursos hídricos comunitarios. Fomentar la sostenibilidad y la resiliencia, garantizando una cuenca ambientalmente sana, la salud comunitaria, la mejora del capital y el desarrollo económico.

#### **OBJETIVOS GENERALES**

- Establecer los elementos base que deben ser incorporados en las planeaciones urbanas inteligentes con enfoque en la protección del recurso hídrico.
- Identificar las instituciones y dependencias que deben trabajar de manera colaborativa en los procesos de elaboración de planeaciones.
- Determinar la información que se requiere para elaborar las planeaciones orientadas a la planeación inteligente con enfoque en el agua.
- Establecer la periodicidad en que se requiere contar con información actualizada sobre los elementos base.

#### CAJA DE HERRAMIENTAS 1

#### Marco normativo

La normatividad es el respaldo y guía para las políticas, programas y regulaciones de una comunidad. Los procesos como la visión, educación, intercambio de información, la participación pública y el desarrollo de las metas de las comunidades y hacia los futuros escenarios sirven como fundamento para crear planes comunitarios científicamente sólidos, comprendidos públicamente y respaldados.

En el tema del recurso hídrico es necesario atender las agendas internacionales, así como los tratados y convenios con Estados Unidos de América en la condición de Baja California como estado fronterizo. En cuanto al ámbito nacional, la implementación de políticas, programas, leyes o regulaciones enfocadas en la planificación se encuentra divida en tres niveles; el federal, estatal y municipal.

#### Ámbito Internacional

El presente apartado se enfoca en los tratados, convenios y acuerdos que impactan de manera bilateral en la gestión del agua entre México y Estados Unidos. También aborda las agendas internacionales que regulan y promueven tanto el desarrollo social como el económico, todo ello en un contexto que prioriza dentro de un marco de protección al ambiente y los recursos naturales.

- Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)
- Tratado sobre la Distribución de Aguas Internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América (1944)

#### Ámbito Federal

En el marco normativo federal se incluyen leyes, reglamentos y normas que operan a nivel nacional y desarrollan los preceptos de la Constitución Política del país. Las leyes federales regulan las atribuciones conferidas a determinados órganos con el objeto de trascender en toda la extensión del territorio nacional.

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024
- Programa Nacional Hídrico 2020-2024
   y 2024-2030<sup>9</sup>
- Programa Hídrico Regional Visión 2030
- · Ley de Planeación Nacional
- · Ley de Aguas Nacionales
- Ley General de Asentamientos Humanos,
   Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano
- Normas Oficiales Mexicanas en asuntos del agua y saneamiento

<sup>[9]</sup> Gobierno de México, Conoce el Plan Nacional Hídrico 2024-2030, https://www.gob.mx/conagua/articulos/presenta-conagua-plan-nacional-hidrico-384239

#### Ámbito Estatal

En este nivel se incluye el conjunto de leyes, normas, decretos y reglamentos que rigen el estado. Se aplican de forma directa y completa por las autoridades pertenecientes a cada orden jurídico.

- Constitución Política del Estado libre y Soberano de Baja California
- Programa Estatal hídrico
- Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2022-2027
- · Ley de Planeación del Estado de Baja California
- Ley que reglamenta el Servicio de Agua Potable en el Estado de Baja California
- Ley de Fomento a la Cultura del Cuidado del agua para el Estado de Baja California
- · Ley de Desarrollo Urbano de Baja California
- Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California
- Ley de las Comisiones Estatales de Servicios Públicos del Estado de Baja California
- Normas Técnicas para Proyecto de Sistemas de Agua Potable para el Estado de Baja California
- Acuerdo Especial de Sectorización a la Secretaría para el Manejo, Saneamiento y Protección del Agua de Baja California (SEPROA)
- Reglamentos internos de SEPROA, Comisión
   Estatal del Agua de Baja California (CEABC), y de
   las Comisiones Estatales de Servicios Públicos
   (CESPs)

#### Ámbito Municipal

La normatividad municipal se constituye por los planes, leyes, reglamentos y normas que regulan la administración pública de los ayuntamientos; así como la estructura administrativa y sus funciones con el fin de reglamentar las relaciones entre los ciudadanos y las autoridades.

- Plan Municipal de Desarrollo de Mexicali 2022-2024
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tijuana 2008-2030
- Plan Municipal de Desarrollo de Tecate 2022-2024
- Plan Municipal de Desarrollo de Ensenada 2022-2024
- Plan Municipal de Desarrollo de Rosarito 2022-2024
- Plan Municipal de Desarrollo de San Quintín 2022-2024
- Plan Municipal de Desarrollo de San Felipe 2022-2024

#### **CAJA DE HERRAMIENTAS 2**

#### Planes inteligentes

Los planes inteligentes que consideran como elemento relevante el recurso hídrico, establecen una propuesta de desarrollo de la comunidad en la que se van relacionando de manera lógica todos los temas que integran la dinámica urbana como población, uso de suelo e infraestructura; así como las necesidades de la comunidad y la disponibilidad de recursos, especialmente el hídrico.

Las principales metas que busca este tipo de planeación son:

 Fomentar el trabajo colaborativo entre dependencias con intercambio y cruce de información.

- Entender las dinámicas poblacionales para anticipar proyecciones de crecimiento y movilidad.
- Determinar los patrones de crecimiento y desarrollo urbano más convenientes para cada comunidad.
- Establecer patrones de ocupación, tipo de uso y reestructuraciones necesarias en los usos de suelo.
- Optimizar el uso de las fuentes hídricas, así como la capacidad y condiciones del suministro de agua mejorando la infraestructura relacionada con su distribución
- Proteger las condiciones de las cuencas.
- Implementar mecanismos de recuperación del agua proponiendo acciones y prácticas que reduzcan los impactos y favorezcan la sustentabilidad.
- Proponer programas, proyectos y oportunidades que fomenten la colaboración interdisciplinaria.

La planeación integral inteligente incorpora de manera colaborativa a todos los actores que participan en la visión futura de las comunidades para proponer escenarios prospectivos en los que se establezcan estrategias y acciones que incluyan todos los elementos que forman parte de la dinámica del funcionamiento de una comunidad. Entre los elementos que deben ser tomados en cuenta se encuentran la población, suelo, ambiente e infraestructura. Esta forma de planeación en el diagnóstico debe identificar los valores existentes para proponer patrones de desarrollo y crecimiento con base en modelos urbanos, todo con el fin de aprovechar tanto el suelo como los recursos de una

manera más eficiente y con el mínimo de impactos negativos. La implementación de modelos ayuda en la toma de decisiones al permitir anticipar las afectaciones que se pueden presentar en los diferentes patrones de desarrollo. Por otra parte, el uso de indicadores en los procesos de planeación constituye un importante respaldo que fundamenta las estrategias planteadas y permite un seguimiento periódico del logro de objetivos.

La planificación de escenarios prospectivos es más eficaz cuando se utiliza para considerar y desarrollar respuestas para los escenarios incierto; en lugar de seleccionar un escenario preferido y desarrollar un plan para lograr esa visión específica, un enfoque prospectivo visualiza cómo una comunidad puede adaptarse a una variedad de escenarios impulsados por fuerzas que a menudo están fuera del control de la comunidad. Muy a menudo, los departamentos de agua y planificación están utilizando escenarios prospectivos para pensar estratégicamente sobre cómo planificar el agua, el crecimiento urbano, y el desarrollo con la afectación del cambio climático. Lo importante es el trabajo de estos escenarios de manera conjunta con las dependencias involucradas.

En México, son diversos los organismos que constantemente están generando información y datos estadísticos como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía a través de su plataforma<sup>10</sup> donde se pueden encontrar datos socioeconómicos, de uso de suelo y de agua. Esta información es de libre acceso; así como sus plataformas en formatos geoespaciales para la creación y descarga de mapas. Otro de los organismos que genera información de importancia para la planeación integral es la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en su Sistema

<sup>[10]</sup> Consulta de indicadores sociodemográficos y económicos por área geográfica, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, https://www.inegi.org.mx/

Nacional de Información del Agua (SINA)<sup>11</sup> donde se puede encontrar información relevante sobre la situación actual de los recursos hídricos, usos de agua, instrumentos de gestión del agua e infraestructura hidráulica. Este tipo de información puede ser obtenida en tablas o en su formato geoespacial. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es una agencia de gobierno creada con el fin de difundir, promover y apoyar actividades relacionadas con la biodiversidad del país. En su 'geoportal' se puede consultar, visualizar y descargar cartografía temática de diferentes escalas generada y recopilada por CONABIO.<sup>12</sup> Entre la información que se puede consultar se encuentran las relacionadas con la hidrología, climatología, edafología, vegetación y uso de suelo, población, infraestructura, entre otros.

A pesar de la importancia de estos sitios para el uso e intercambio de información aún existen limitaciones en la actualización de datos o información disponible que se pueden consultar. Un ejemplo es la falta de un monitoreo constante de los niveles en los acuíferos donde se puede obtener información actualizada de los niveles freáticos. Este caso es similar en el monitoreo de las presas donde muchos de los datos obtenidos son anuales y no se puede observar detalladamente la dinámica en la variación de la acumulación de agua en las presas. El acceso a la información es otra de las limitantes a las que se pueden enfrentar muchos usuarios que buscan información, ya que muchas de las veces esta información puede ser limitada o el acceso es restringido al público en incluso a los planificadores, que tienen que solicitarla de manera oficial con todo el proceso que implica en tiempo y administrativamente.

#### NORMATIVIDAD

Los ODS plantean en el número 6 'Agua limpia y saneamiento' que, el acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene son derechos humanos prioritarios, por tal motivo se proponen estrategias encaminadas a la protección del recurso como:

- Aumentar la inversión y capacitación
- Promover la innovación
- Mejorar la coordinación y la cooperación intersectorial
- · Adoptar enfoques más integrados de la gestión del agua
- Fomentar servicios sostenibles de agua potable
- Invertir en investigación en beneficio del recurso hídrico
- Concientizar a las comunidades sobre el cuidado del recurso hídrico

Estas estrategias para una mejor gestión del agua son el fundamento general por considerar en las planeaciones inteligentes enfocadas en el recurso hídrico. El cual se respalda en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) en el Eje II "Bienestar ", donde se indica en el objetivo 2 que es prioritario garantizar los derechos económicos, sociales, culturales, y ambientales con énfasis en la reducción de la desigualdad y vulnerabilidad de las poblaciones. Específicamente en el objetivo 2.6 establece garantizar el servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento a toda la población del Estado, mediante la construcción de nueva infraestructura, ampliación, reposición y rehabilitación de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, saneamiento y reúso de aguas residuales, manteniendo y en su

<sup>[11]</sup> Sistema Nacional de Información del Agua, Comisión Nacional del Agua, https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/

<sup>[12]</sup> Portal de Geoinformación 2024, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

caso, incrementado las coberturas y evitando riesgos a la salud e inundaciones en las ciudades y poblados rurales, bajo una gestión, gobernanza y cultura hídrica fortalecida.

Las estrategias propuestas en este objetivo son:

- Promover la inversión en infraestructura sostenible y resiliente para satisfacer la demanda de agua potable y saneamiento, para consumo personal y doméstico, priorizando a los grupos históricamente discriminados.
- Fomentar la investigación y el uso eficiente y sustentable del agua para consumo humano, así como en la producción de bienes y servicios.
- Fomentar la supervisión ambiental eficaz, eficiente, transparente, y participativa para la prevención y control de la contaminación del agua.
- Focalizar acciones para garantizar el acceso a agua potable en calidad y cantidad a comunidades periurbanas, rurales, e indígenas.
- Mejorar la infraestructura hidráulica, incluyendo el tratamiento y reutilización de aguas residuales y la calidad de los servicios de saneamiento.
- Mantener y restablecer, bajo un enfoque de cuenca, la integridad de los ecosistemas relacionados con el agua, en particular los humedales, los ríos, los lagos y los acuíferos.

Con fundamento en el PND y el Programa Nacional Hídrico establece sus objetivos prioritarios los cuales son respaldados por el Programa Hídrico Regional.

 Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.

- Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores productivos.
- Reducir la vulnerabilidad de la población ante inundaciones y sequías, con énfasis en pueblos indígenas y afromexicanos.
- Preservar la integralidad del ciclo del agua a fin de garantizar los servicios hidrológicos que brindan cuencas y acuíferos.
- Mejorar las condiciones para la gobernanza del agua a fin de fortalecer la toma de decisiones y combatir la corrupción.

La Ley de Planeación indica que, "la planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo equitativo, incluyente, integral, sustentable y sostenible del país", de tal manera que desde la normativa nacional se indica la congruencia que hay entre los objetivos planteados y la búsqueda de su cumplimiento. Por otra parte, la Ley de Aguas Nacionales tiene por objetivo regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Además, establece las funciones de las dependencias que deben participar en este proceso y en el logro del objetivo indicado. En la actualidad indica que la disponibilidad del agua se fija a nivel federal por la CONAGUA. Sin embargo, la administración del agua es a nivel estatal/municipal. Así mismo, establece que los distritos de riego se gestionan en su mayoría por asociaciones y en parte por el gobierno federal. Por otro lado, el uso de suelo para desarrollo urbano se establece por la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Es decir, no existen documentos

legales que liguen de manera articulada el manejo de agua con el uso de suelo.

Las agendas internacionales y las planeaciones federales establecen los principales objetivos que sirven de guía en el desarrollo de las normativas estatales y locales buscando la optimización en el uso del recurso hídrico; así como trabajar de manera coordinada con otros temas que se relacionan directamente como el uso de suelo, pero es función de las planeaciones locales evaluar las condiciones, problemáticas y necesidades para proponer estrategias particulares, así como las acciones encaminadas al logro de objetivos.

A nivel estatal en el caso de Baja California el Plan Estatal de Desarrollo en la política pública la sección 7.2 "Desarrollo Urbano y Regional" que indica estrategias que involucran el actuar de las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal. Estas estrategias son:

- Establecer mecanismos de coordinación efectivos con los tres órdenes de gobierno, el sector social y privado para el desarrollo de infraestructura urbana e hídrica y equipamiento público en la entidad.
- Gestionar recursos con los tres órdenes de gobierno y organismos internacionales para dotar al Estado de infraestructura urbana, equipamiento público, servicios de agua potable y saneamiento que permitan el desarrollo del Estado.
- Gestionar la aplicación de recursos financieros y económicos de orden privado, bajo esquemas de coparticipación y/o asociaciones estratégicas para ser dirigidos al desarrollo de la infraestructura y equipamiento urbano para la entidad.

En la planeación municipal de Mexicali en el Plan Municipal de Desarrollo de Mexicali 2022-2024 en el Eje 3 "Mexicali crece" en el tema de Infraestructura y Servicios Públicos se establece la estrategia 3.4 de infraestructura y obras públicas en la cual indica la línea de acción 3.4.2 "rehabilitación y mantenimiento de la red hidráulica" que se enfoca en "rehabilitar y mantener las redes de agua potable, saneamiento y drenaje pluvial, en obras asociadas a la reconstrucción de vialidades a cargo del municipio, con énfasis en las zonas que concentran mala calidad y déficit de cobertura de estos servicios."

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tijuana (2008-2030) (PMDUT) hace un diagnóstico de la condición actual de las fuentes hidrológicas que abastecen a la ciudad, así como las condiciones actuales de las redes de distribución y suministro de agua potable, también indica el estado de la red de drenaje. Estos mismos parámetros de análisis se observan en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población (PDUCP) de Tijuana.

El PMDUT en sus objetivos indica:

- Promover la utilización racional de los recursos naturales, para mantener el equilibrio ecológico y disminuir las condiciones de riesgo y mejorar las condiciones ambientales de los centros de población.
- Establecer políticas de desarrollo urbano considerando los recursos naturales para lograr un equilibrio entre las concentraciones demográficas y la aptitud natural del suelo.

Los objetivos específicos en relación con el agua se plantean a diferentes plazos de la siguiente manera:

Inmediato plazo (2008-2010)

- Definir y construir red para la reutilización de agua tratada para abastecer a áreas verdes de la ciudad.
- Corto plazo (2010-2015)
- Retomar las metas definidas por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) para la ampliación de la red de reutilización.
- Mediano plazo (2015-2020)
- Elaborar el estudio para delimitar zonas de recarga acuífera.
- Impulsar el desarrollo de programas de separación y reciclaje en residuos sólidos municipales.
- Largo plazo (2020-2030)
- Implantación de sistema de recarga acuífera.

En infraestructura y servicios también se consideran objetivos a plazos:

#### Infraestructura

- Inmediato plazo (2008-2010)
  - Dar respuesta a zonas con mayor nivel de rezago de infraestructura.
- Mediano plazo (2015-2020)
  - Promover un organismo para el desarrollo de infraestructura de impacto metropolitano.

#### Agua

- Inmediato plazo (2008-2010)
  - Incrementar la cobertura municipal de agua al 88%.
  - Actualizar el Plan de Agua Potable y Saneamiento para el Municipio de Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito considerando un enfoque metropolitano.

- Corto plazo (2010-2015)
  - Atender de manera coordinada la introducción de infraestructura en zonas de crecimiento.
  - Incrementar la cobertura en un 95% en las Unidades Territoriales de Planeación que actualmente presentan un nivel medio de cobertura (50%-80%).
  - Impulsar el desarrollo de infraestructura de impacto metropolitano.
- Mediano plazo (2015-2020)
  - Ampliar la red de distribución de agua potable y drenaje paulatinamente en las localidades periféricas al Área Urbana y las áreas de crecimiento futuras dentro del municipio y de las zonas conurbadas.

#### Drenaje pluvial

- Inmediato plazo (2008-2010)
  - Desarrollar los proyectos ejecutivos de las obras de infraestructura vial en zonas que se consideren de alto riesgo.
- Corto plazo (2010-2015)
  - Ejecutar las obras para el abasto de las demandas identificadas entre 5 y 10 l/seg.
- Mediano plazo (2015-2020)
  - Elevar la capacidad de tratamiento de aguas residuales a 2,310 l/seg.
- Largo plazo (2020-2030)
  - Ejecutar las obras correspondientes para abastecer las zonas agrícolas.

El estratégico propone obras relacionadas con el almacenamiento y conducción de agua como la presa "La Piedra", 4 acueductos y 2 plantas de tratamiento de agua.

El Plan Municipal de Desarrollo de Tecate 2022-2024

es un documento en el que se establecen objetivos muy generales como el 3.3 "Planeación Sustentable y Medio Ambiente" que indica la importancia de coordinar a la planeación urbana del municipio para que en esta gestión por un lado se le dé seguimiento a las estrategias propuestas en la planeación a largo plazo del municipio y por otro buscar dotar de la esencia de la política pública impulsada por este XXIV Ayuntamiento. Además de buscar la protección del medio ambiente y complementar la visión del desarrollo urbano del municipio con políticas de sustentabilidad ambiental. Sin embargo, no cuenta con un enfoque específico a la protección del recurso hídrico ni establece estrategias o medidas de su cuidado. En el objetivo 3.3.3 "Protección del Desarrollo Urbano del Municipio" indica que es necesaria la protección contra impactos negativos en la acciones de urbanización, para lo cual promueve la certificación de peritos en materia de desarrollo urbano que anticipen y determinen los posibles impactos negativos.

El Plan Municipal de Desarrollo de Ensenada 20222024 en el Eje 1 "Servicios Públicos" establece como
objetivo específico relacionado con el agua que "el
agua es vital en los ecosistemas, los organismos y
las actividades del ser humano, pilar del desarrollo
sostenible y fundamental para el desarrollo
socioeconómico, por eso la importancia de trabajar
de la mano con los tres órdenes de gobierno para
contribuir al cuidado del recurso hídrico y ampliar la
cobertura del servicio en colonias y delegaciones". Las
líneas de acción correspondientes son las siguientes:

 1.5.1. Contribuir y generar programas encaminados a la cultura del cuidado del agua, así como de los recursos hídricos con los que se dispone por parte del Municipio de Ensenada.

- 1.5.2. Trabajar juntamente con el gobierno del Estado y la federación a fin de generar un plan hídrico que incluya las necesidades del municipio.
- 1.5.3. Gestionar la ampliación de la cobertura del servicio de agua y drenaje en las colonias y delegaciones del Municipio de Ensenada.

En el Eje 3 "Desarrollo Territorial y Medio Ambiente" indica en el objetivo específico 3.2 "Planeación urbana que debe fortalecerse el marco de planeación en materia de desarrollo urbano, territorial y regional del Municipio de Ensenada, brindando certeza a la inversión pública y privada, promoviendo el desarrollo sostenible y siendo incluyentes con los sectores vulnerables de la población" acorde a lo cual indica la siguiente línea de acción que se relaciona con esta guía:

 3.2.5. Implementar estrategias de control y solución a la expansión urbana irregular, y aplicar políticas de ciudades sostenibles, compactas e inteligentes en la planeación urbana municipal.

El Plan Municipal de Desarrollo de Rosarito 2022-2024 establece en el Eje 3 "Desarrollo Participativo del Territorio" a través del subeje 3.1 "Desarrollo y Servicios Urbanos" el objetivo de promover el desarrollo urbano y rural sustentable, equitativo e incluyente, a través de la planeación urbana y territorial: así como la protección al ambiente. La línea de acción estratégica para el logro del objetivo establecido y en apoyo a la protección del recurso hídrico es la 3.1.1.5.5 "gestionar el plan hidrológico y red municipal de obra de infraestructura pluvial, así como el mantenimiento y limpieza de los pluviales existentes". En la línea de acción estratégica 3.1.2.3.1 "gestión ambiental" indica coadyuvar en la difusión de las actividades y procesos realizados por el área de Gestión Ambiental,

promoviendo la educación ecológica, el respeto y cuidado del agua, los residuos sólidos y el capital natural municipal.

El Plan Municipal Desarrollo de San Quintín 2022-2024 indica lineamientos estratégicos, en los ambientales manifiesta la necesidad de la Difusión entre la comunidad sobre la importancia de la cultura del manejo sostenible de los recursos naturales del municipio. Además, recalca como prioritario el manejo adecuado del recurso hídrico en las localidades urbanas y rurales de todo el municipio. Entre los proyectos planteados a corto plazo se encuentran los siguientes:

- Corto plazo:
  - A.3. Desaladora de agua de mar en San Quintín y ampliación desaladora Padre Kino en Vicente Guerrero.
  - A.4. Planta de tratamiento de aguas negras y sistema de reinyección al subsuelo de agua tratada.
  - A.5. Mesa de coordinación para recuperación de acuíferos.

El Plan Municipal de Desarrollo de San Felipe 2022-2024 indica como objetivo ambiental "promover un sistema de localidades urbanas y rurales sostenibles, que asegure su integración al medio natural que los contiene para garantizar el aprovechamiento racional y la conservación de los recursos naturales del territorio municipal, adoptando medidas para la resiliencia ante el cambio climático" e indica como objetivos particulares:

- Integrar el valor de la componente ambiental en los modelos de desarrollo urbano y rural del municipio.
- Adoptar modelos de desarrollo urbano y rural frente al cambio climático en las localidades urbanas y rurales del municipio.

Como objetivo de desarrollo urbano establece "redireccionar el desarrollo urbano hacia el equilibrio entre los criterios ambientales y el aprovechamiento del territorio para generar condiciones óptimas de habitabilidad y atractividad mediante el fortalecimiento de la resiliencia y las capacidades urbanas para que se provea de servicios adecuados a todas las personas, aumentando su calidad de vida."

Los instrumentos de planeación mencionados previamente contienen lineamientos, estrategias, o líneas de acción enfocadas a los usos de suelo, sin embargo, no se relacionan directamente con el cuidado del recurso hídrico.

#### **CAJA DE HERRAMIENTAS 3**

Elementos que se deben integrar en los planes inteligentes con enfoque en el cuidado del agua

TABLA 1. ELEMENTOS QUE SE DEBEN INTEGRAR EN LOS PLANES INTELIGENTES CON ENFOQUE EN EL CUIDADO DEL AGUA			
ELEMENTO	ANÁLISIS PARA PLANEACIÓN	INFORMACIÓN GENERADA PARA PLANEACIÓN	PERIODICIDAD
Uso de suelo			
Identificar áreas disponibles de uso	Condición de infraestructura hídrica tomando en cuenta: Suministro de agua, aguas residuales y drenaje de aguas pluviales.	<ul> <li>Hectáreas totales</li> <li>Mapas de ubicación</li> </ul>	Anual
Zonas para vivienda	Identificar zonas aptas para uso habitacional que cuenten con condiciones adecuadas de infraestructura.	<ul><li>Hectáreas totales</li><li>Mapas de ubicación</li></ul>	
Áreas ambientalmente sensibles	Ubicación de ríos, arroyos, riachuelos, corredores de inundación y llanuras aluviales, hábitats ribereños y terrenos que puedan albergar aguas pluviales con fines de recarga de aguas subterráneas y manejo de aguas pluviales identificados en el elemento de conservación.	<ul> <li>Volúmenes anuales.</li> <li>Mapas de ubicación</li> <li>Descripción de características</li> <li>Mapas de ubicación</li> </ul>	
Áreas de alto riesgo de inundaciones	Ubicar zonas con riesgo alto de inundaciones.	<ul> <li>Descripción de características y riesgos</li> </ul>	

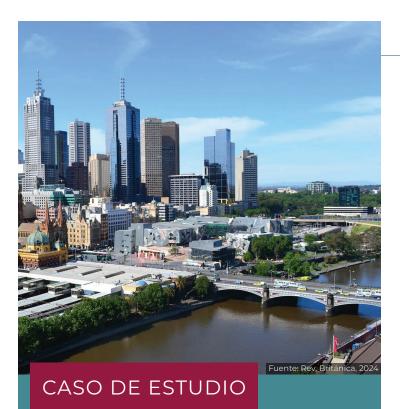
la tabla continúa en la página siguiente >

TABLA 1. ELEMENTOS QUE SE DEBEN INTEGRAR EN LOS PLANES INTELIGENTES CON ENFOQUE EN EL CUIDADO DEL AGUA				
ELEMENTO	ANÁLISIS PARA PLANEACIÓN	INFORMACIÓN GENERADA PARA PLANEACIÓN	PERIODICIDAD	
Infraestructura				
Red de agua	Descripción de los	Condiciones actuales	Anual	
Drenaje pluvial	servicios públicos e instalaciones locales existentes y propuestos	<ul> <li>Mapa de redes de infraestructura que incluya usos de suelo</li> </ul>		
Drenaje sanitario		<ul> <li>Cobertura de infraestructura</li> <li>Proyectos a futuro</li> <li>Problemática y necesidades</li> </ul>		
Planta de tratamiento de aguas residuales		<ul><li>Capacidad instalada</li><li>Ubicación de PTAR</li><li>Proyección de necesidades</li></ul>		
Elementos naturales de suministro de agua	Ríos Pozos Cuencas	<ul><li>Condiciones</li><li>Flujo de agua que abastece</li></ul>	Trianual	
Espacios abiertos				
Suelos de recarga	Identificar áreas importantes para el suministro de agua o la calidad del agua (áreas de infiltración, áreas sobre los suministros de agua subterránea, humedales, cuencas de filtración natural y zonas de recarga prioritarias).	<ul> <li>Mapas de ubicación</li> <li>Información de elementos a los cuales suministra agua</li> </ul>	Trianual	
Seguridad				
Zonas peligrosas	Identificar zonas de alto riesgo de inundaciones	<ul> <li>Mapa de ubicación con prohibición para construcción</li> </ul>	Trianual	

#### **ESTRATEGIAS**

- Determinar dependencias y actores que deben trabajar de manera colaborativa en los procesos de elaboración de planeaciones integrales con protección al recurso hídrico, con visión futura, y acciones claras por periodos y con responsables.
- Establecer agendas de reunión de expertos involucrados en la planeación urbana y el en manejo de los recursos hídricos para actualización y colaboración.
- Realizar un diagnóstico del estado actual del recurso hídrico con actualización regular y trabajar con escenarios.
- · Actualizar reglamentaciones.
- Determinar bases de datos y fuentes de información requeridas para incorporar el manejo del agua en las planeaciones urbanas.
- Establecer formatos, periodicidad, y modalidad de entrega de información actualizada. La información que se requiere disponible de manera libre y actualizada incluye:
  - ♦ Infraestructura de agua potable
  - ♦ Información actualizada
  - ♦ Red de alcantarillado
  - ♦ Uso de suelo
  - ♦ Catastro de infraestructura





#### PLAN MUNICIPAL DE MELBOURNE, AUSTRALIA: UNA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

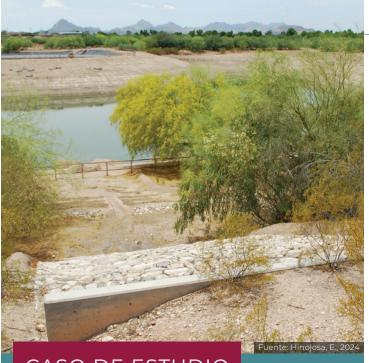
Aplica: Municipio

La ciudad de Melbourne en Australia es una de las ciudades más grandes del mundo, su incremento de población ha generado una demanda creciente de agua que se contrapone a su capacidad baja de suministro. En 2019 la ciudad australiana enfrentó su peor sequía por lo que se vio obligada a tomar medidas urgentes para sobrellevar la crisis. Una de las restricciones la implementó el llamado "Objetivo 155" que limita a los residentes a un consumo de 155 litros por persona cuando el consumo anterior era de 161 litros. Este y otros objetivos relacionados con el consumo de agua y algunas medidas para enfrentar la ocurrencia de desastres naturales se establecieron en el Plan Municipal de Manejo Integral de Agua (Municipal Integrated Water Management Plan, en inglés) que tiene como objetivo evitar las consecuencias de los fenómenos atmosféricos y gestionar de manera integral el recurso hídrico en el contexto de cambio climático.

El Plan está orientado como una guía de gestión, pero también es una guía de inversión con un plan a 4 años. Entre los objetivos planteados se encuentran:

- Modernización de infraestructura
- Mejora en la red de drenaje
- Incrementar la permeabilidad de las cuencas
- La recolección del recurso hídrico a través de distintas fuentes
- La construcción de infraestructura pública verde que permita un mejor aprovechamiento del suelo con recuperación del recurso hídrico
- La posibilidad de riego con un porcentaje de agua reutilizado
- Mejora de paisajes y espacios urbanos para que sean más sensibles al agua.
- Implementación de un programa de 10 años de recolección de aguas pluviales
- Un programa de mitigación de inundaciones
- Riego de parques y jardines con un 25% de agua no potable, incluyendo fuentes alternativas
- Reducción del nitrógeno total en un 13% en la escorrentía de aguas pluviales.

Un punto importante en el éxito de este plan ha sido el involucrar a participar con las autoridades a la ciudadanía y a las empresas haciéndolos partícipes no solo de ejecutar acciones, también de la toma de algunas decisiones.



CASO DE ESTUDIO

TUCSON, ARIZONA, EEUU: UN EJEMPLO DE MANEJO SOSTENIBLE DE AGUA

Aplica: Condado, Municipio

Derivado de la escasez e incertidumbre de sus suministros de agua, la ciudad de Tucson y el condado de Pima reconocieron la necesidad de establecer "un nuevo paradigma" para la planificación del agua y el uso de suelo. En 2008, lanzaron un esfuerzo conjunto sin precedentes para trabajar hacia la planificación hídrica sostenible, establecido en el Estudio de Planificación, Suministro e Infraestructura de agua y aguas residuales (WISP, por sus siglas en inglés). WISP delineó un enfoque que asigna agua para la restauración ambiental, equilibra el suministro con la gestión de la demanda de agua y se basa en el vínculo crucial entre la forma urbana y los recursos hídricos.

En el centro del nuevo paradigma de planificación se encuentran la participación pública y la colaboración entre la ciudad y el condado. Un nuevo comité de supervisión ciudadana identificó los valores de la

comunidad, detalló cuatro principios de sostenibilidad, creó una definición práctica de sostenibilidad y proporcionó recomendaciones adicionales para acciones futuras. Equipos interdisciplinarios de personal de la ciudad y el condado desarrollaron una serie de informes técnicos que cubren una variedad de temas y produjeron un extenso conjunto de recomendaciones. El personal de la ciudad y condado organizó las recomendaciones en un conjunto de cuatro elementos interrelacionados: gestión de la demanda, suministro de agua, planificación integral, y respeto por el medio ambiente. De estas recomendaciones surgieron objetivos de sostenibilidad hídrica para el horizonte de planificación 2011-2015. La ciudad de Tucson y el condado de Pima adoptaron este marco a través de resoluciones de la ciudad y el condado (No. 21478 y 2010-16, respectivamente).

Luego de la adopción formal, el personal de la ciudad y condado redactó el Plan de Acción para la sostenibilidad del agua. Este plan de implementación describió las actividades necesarias para cumplir cada uno de los objetivos bajo los cuatro elementos, estableció un cronograma de 2011 a 2015, identificó los programas y socios existentes relevantes que participarían y describió los tipos de nuevas asociaciones que necesitarían establecerse para cumplir en última instancia con todos los objetivos adoptados. Los esfuerzos de la ciudad y el condado a través del WISP y el Plan de Acción condujeron a un éxito medible tanto en políticas y planificación como en la construcción de proyectos centrados en la recarga y la restauración ambiental. Los éxitos de las políticas incluyen la integración de los resultados del WISP en el Plan Integral del Condado de Pima, acuerdos que proporcionan fuentes de agua renovables a áreas que actualmente dependen de aguas subterráneas y la creación de una Política de Área de Servicio de Agua que orienta la planificación de infraestructura y el crecimiento futuro en Tucson.

## SECCIÓN 2

# GARANTÍA DEL SUMINISTRO DEL AGUA PARA EL DESARROLLO URBANO BAJO ESQUEMAS DE SUSTENTABILIDAD

Los gobiernos locales determinan los requisitos y los procesos para el suministro de agua en los nuevos proyectos. La correcta vinculación entre la oferta y la demanda determinan la suficiencia del agua.



## **PERSPECTIVA**

El uso eficiente del recurso hídrico y la implementación de mecanismos de recuperación del agua son las mejores estrategias para garantizar el suministro de agua para el desarrollo urbano; además aseguran la disponibilidad del recurso para las generaciones futuras.

En la actualidad es una prioridad implementar estatutos destinados a garantizar que las comunidades tengan suficientes suministros de agua para nuevos planes de desarrollo, reconociendo que:

El gobierno juega un papel fundamental para garantizar un suministro de agua suficiente y sostenible para los propietarios nuevos y existentes. Los requerimientos en el suministro de agua de los nuevos proyectos requieren una evaluación de factibilidad anticipada.

La creciente demanda de suministro de agua requiere estrategias de recuperación que se incluyan en las planeaciones hídricas a nivel Federal, Estatal y Municipal. La colaboración entre los gobiernos locales y los proveedores de agua es esencial para garantizar la confiabilidad del suministro de agua y promover la conservación y eficiencia del agua.

El incremento en la demanda del suministro de agua requiere la determinación umbrales ecológicos para prevenir desastres ambientales asociados con la sobreexplotación de los acuíferos.

Promover una cultura de transparencia y libre acceso a la información de variables críticas de sistemas del agua permitirá a toda la sociedad tomar decisiones más informadas en la aprobación de propuestas.

#### **OBJETIVOS GENERALES**

- Identificar la normatividad que fundamenta la gestión del agua
- Determinar el estado actual del agua en Baja California
- Determinar tipos de suministros alternativos de agua que pueden ser utilizados a nivel regional
- Proponer estrategias a favor del uso sustentable del agua

#### CAJA DE HERRAMIENTAS 1

## Normatividad que fundamenta el suministro de agua

La planeación de la disponibilidad de agua en México está sustentada con base en lo establecido en la Ley de Agua Nacionales (LAN). 13 La gestión del agua (LAN, Art. XXIX: 5; título tercero, Art. 14 BIS 6:35) se trabaja de manera conjunta, principalmente con la CONAGUA y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). La planificación se plasma en el Programa Nacional Hídrico y en los Programas Regionales. A su vez, las disponibilidades de agua superficial y subterránea deben ser publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) y su actualización es responsabilidad de la CONAGUA realizándose cada 3 años de acuerdo con el artículo 22 de la LAN. Dicha disponibilidad se publicará por cuenca hidrológica, región hidrológica o localidad, y podrá ser consultada en las oficinas del Registro Público de Derechos de Agua y a través del Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del agua. La NOM-011-CONAGUA-2015, establece las especificaciones y el método para determinar la

disponibilidad media anual de las aguas nacionales; los estudios son realizados por las oficinas regionales de cada zona hidrológica o como lo determinen en las oficinas centrales de CONAGUA.

Los encargados de proporcionar el servicio de agua potable en México, de acuerdo con el artículo 115 constitucional, son los municipios, pero la CONAGUA otorga la asignación, siendo esta la institución "reguladora de los sistemas urbanos de agua potable operada por los estados y municipios". De acuerdo con la normatividad mexicana vigente de aguas, CONAGUA es la autoridad competente para resolver controversias en la interpretación de este procedimiento de evaluación de la conformidad de todas las normas oficiales mexicanas relacionadas a la calidad y la cantidad de agua. Adicionalmente, las visitas de verificación que se efectúen con el objeto de comprobar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana por la Procuraduría, la Comisión, o una Unidad de Verificación (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente).

Para planificar la producción de agua potable, a fin de garantizar el suministro a la población, es necesario considerar el crecimiento poblacional y el aumento de la infraestructura urbana a corto y largo plazo.

También se deberá considerar la disponibilidad de agua superficial y subterránea publicada en el DOF de las posibles fuentes de abastecimiento y la cual puede ser consultada por región hidrológica en el portal interactivo del SINA. Es importante tomar en cuenta trabajos recientes de investigación en México de predicciones climáticas y que describen los impactos esperados del cambio climático en la precipitación, la evapotranspiración y otras variables de estado hidrológicas. Is

<sup>[13]</sup> Ley de Aguas Nacionales, DOF 08-05-2023

<sup>[14]</sup> Sistema Nacional de Información del Agua, Comisión Nacional del Agua, https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/

<sup>[15]</sup> Martínez-Austria, P. y Patiño-Gómez, C. 2012. Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. Tecnología y ciencias del agua

#### CAJA DE HERRAMIENTAS 2

#### Abastecimiento y suministro de agua

Baja California pertenece a la región hidrológico-administrativa I, de acuerdo con el SINA de la CONAGUA (Figura 4). La región I se divide en 7 regiones hidrológicas, de las cuales 5 forman parte del estado (Figura 5). El noreste del estado forma parte de la Cuenca del Río Colorado, mientras que el norponiente se encuentra en la Cuenca del Río Tijuana, ambas cuencas se comparten con Estados Unidos. El escurrimiento natural medio superficial por año de la primera es de 72 hm/año, mientras que de la segunda es de 82 hm/año.

Las precipitaciones anuales históricas en la región de 1981 al 2010 son menores de 500 mm. El volumen de agua per cápita ha disminuido significativamente acorde con el crecimiento poblacional; en 2018 era de 838 m3 por habitante/año, para el 2022 es de 812 de acuerdo con los últimos datos publicados por CONAGUA en la Estadísticas del Agua en México 2023 reduciéndose un 3.1% en 4 años.

El agua superficial en el Estado se encuentra comprometida, ya que depende en su mayor parte de los volúmenes de escurrimiento que son en el extranjero y se encuentran sometidos a concesiones, asignaciones y acuerdos binacionales. El agua subterránea la proveen 48 acuíferos, 14 de ellos se encuentran con déficit, 7 tienen intrusión de agua de mar y 3 han presentado salinización. Bajo estas consideraciones, en el estado la recarga natural global proveniente de los 48 acuíferos es de 951.30 hm³ y la disponibilidad global calculada es de 52.47 hm³ (33 acuíferos), habiendo un déficit global de 426.60 hm³ (15 acuíferos) de acuerdo con los datos hasta el 2020.

Se comparten 2 cuencas con Estados Unidos, las cuales son alimentadas por 3 ríos. La Cuenca Baja del Río Colorado y la Cuenca San Diego-Tijuana, que son alimentadas en el primer caso con en Río Colorado y en el segundo con el Río Tijuana. El Tratado de Aguas Internacionales, celebrado entre México y los Estados Unidos garantiza a México la entrega anual de 1,850.23 millones de m3 de agua del Río Colorado; el 91% se entrega en el LIN en la Presa Morelos, mientras que el 9% restante se entrega en el Lindero Internacional Sur a través del canal Sánchez Mejorada, en San Luis Río Colorado, Sonora.

La red de suministro de agua se compone por: pozos de agua, tanques de almacenamiento, sistemas de tratamiento de agua y/o PTAs y, redes de distribución.

En Mexicali es la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM) la encargada de operar las tres plantas de tratamiento que abastecen a la Ciudad de Mexicali. El abastecimiento para el suministro inicia en la Presa Morelos que es una estructura derivadora que capta las aguas del Río Colorado, la cual se ubica en Los Algodones, localidad del municipio de Mexicali, a partir de la presa el agua fluye por los canales del Distrito de Riego No. 14, el canal Benassini es el encargado de abastecer a dos de las tres plantas potabilizadoras de la ciudad de Mexicali (Planta potabilizadora 1 y 2) mientras que el Canal Reforma que abastece la Planta Potabilizadora No. 3.

Las tres plantas potabilizadoras se conectan a una red de tuberías que conducen el agua a los diferentes puntos del Municipio sumando 4,403,170 m de tuberías, de los cuales 3,328,965 m se ubican en la mancha urbana de la ciudad de Mexicali, 822,885 m en el Valle de Mexicali y 251,320 m en San Felipe, que un depende del suministro de Mexicali.<sup>17</sup>

<sup>[16]</sup> Estadísticas del Agua en México, CONAGUA 2021, https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM%202021.pdf [17] CESPM, "Infraestructura", http://www.cespm.gob.mx/tf-infraestructura.html#gsc.tab=0



Figura 2. Regiones hidrológico-administrativas. Fuente: SINA, CONAGUA, 2018.



Figura 3. Regiones hidrológicas. Fuente: SINA, CONAGUA, 2018.

TABLA 2. PLANTAS POTABILIZADORAS					
NOMBRE	CAPACIDAD DESUMINISTRO AGUA POT. ( L/S )	DEMANDA MEDIA (L/S)	DEMANDA MÁXIMA HORARIA (L/S)		
Planta Potabilizadora No. 1	1,800.00	212	584		
Planta Potabilizadora No. 2	2,500.00	1,967	2,871		
Planta Potabilizadora Xochimilco	1,250.00	864	953		
Total	6,550.00	3,044			

Fuente: (CONAGUA, 2022)

El agua potable en Tijuana es operada por la CESPT. El abastecimiento de agua está integrado por aguas superficiales y aguas profundas. Las aguas profundas son captadas a través de dos sistemas de pozos, el primero es el sistema Pozos de Tijuana y el segundo Pozos de la Misión. Las aguas superficiales son las provenientes de la presa Abelardo L. Rodríguez que recibe el afluente del Río Tijuana o Río Palmas y las provenientes del Río Colorado en el Valle de Mexicali, las cuales son transportadas por el Acueducto Río Colorado-Tijuana, el destino final del acueducto es la presa El Carrizo con una capacidad útil de 37 m3. Posteriormente, pasa a la Planta Potabilizadora El Florido alimentando la Red de Tijuana por medio de dos Líneas: una al Tanque Mesa de Otay y otra al Tanque Aguaje de la Tuna; y Planta de Bombeo de la Colonia Obrera.

El municipio de Tecate se integra en su división hidrológica por tres regiones, en su mayor parte por la región hidrológica Baja California Noroeste (RH1) (Ensenada) (70%), la cual tiene una amplia red hidrológica formada por ríos y arroyos intermitentes, como los Ríos Tijuana y Tecate.

Se localizan las tres presas de almacenamiento del Estado: Abelardo L. Rodríguez, El Carrizo y Emilio López Zamora. Dentro de esta región se encuentra la cuenca Río Tijuana – arroyo de maneadero (70%), la cual tiene una superficie de 7,905.73 km2 y en ella se encuentra una de las corrientes bajacalifornianas de mayor longitud, el Río Tijuana.

En segundo lugar, se presenta la región Río Colorado (RH7) (26%), la cual se localiza en la parte Noreste de la entidad, y está constituida exclusivamente por los terrenos situados hacia el margen izquierdo en el Estado de Sonora y margen derecho en Baja California, y el tramo final del Río Colorado. Dentro de esta región se ubica la cuenca Río Colorado (26%) la cual cubre una superficie de 5 923.1 6 km2 y tiene como corriente principal al Río Colorado.

Y por último la región Baja California Noreste (RH4) (Laguna salada) (4%), con escurrimientos superficiales en la cuenca Arroyo Agua Dulce-Santa Clara, la corriente principal es el arroyo Agua Dulce, que no tiene cauce definido, debido a las lluvias ocasionales no corren siempre por el mismo cauce.

El aprovechamiento del agua es principalmente agropecuario y doméstico. En esta región se encuentra la cuenca laguna salada – arroyo del diablo la cual tiene un área en el estado de 7 373.1 8 km2. En esta cuenca se encuentra situada la Laguna Salada (4BB). La administración del agua la realiza la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tecate (CESPTE).

El sistema de agua potable de la ciudad de Tecate está integrado por tres fuentes de abastecimiento: los acuíferos de San José y Agua Fría, y el acueducto Río Colorado que suministra agua a la presa El Carrizo, y en el año 2014 fue inaugurada la presa las Auras con una capacidad de 5 millones de m3, que también sirve como abastecimiento para el municipio.

Se cuenta con un total de 9,503,637 m3 de generación de agua potable mediante captación de agua cruda. Según el informe anual de la Comisión Estatal del Agua 2017, Tecate cuenta con derechos de agua subterránea para un total de 9,627,235 m3 anuales. En este mismo año se consumieron un total de 9,503,637 m3 de agua, de los cuales 9,088,022 m3 se consumieron en la ciudad de Tecate y 415,615 m3 en zona rural.

En Playas de Rosarito el servicio de agua potable en el municipio es principalmente abastecido por aguas provenientes del Río Colorado por vía del acueducto Tijuana-La Misión, del acuífero La Misión a través de la Planta de Bombero La Misión y del acuífero Rosarito, este último, sólo abastece en temporada de lluvias.

El suministro de agua en Ensenada, Baja California, proviene de diversas fuentes, entre ellas de los acuíferos de La Misión, Guadalupe, Maneadero y Ensenada. Sin embargo, el volumen extraído ha excedido los límites permitidos, agotando los

acuíferos. La segunda fuente es el Río Colorado, que proviene de Estados Unidos, llega a La Misión a través del Flujo Inverso. Y finalmente la Planta Desalinizadora de Agua de Mar de Ensenada que es una estrategia para reducir el déficit de agua potable en la región. El Organismo Operador Agua y Saneamiento Municipal de Ensenada (ASMUE) es el encargado de administrar el agua en el Municipio de Ensenada y la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE) proporciona este servicio realizando una inspección mediante la cual se determina si el servicio tanto de agua potable como de alcantarillado sanitario solicitado por el usuario es factible.

El suministro de agua en San Quintín, Baja California, se realiza a través de la CESPE. Mientras que en San Felipe el suministro de agua se realiza a través de la CESPM.

#### CAJA DE HERRAMIENTAS 3

## Políticas de suministro y asignación de agua en ciudades fronterizas

Las ciudades fronterizas al igual que cualquier otra ciudad o comunidad en México son consideradas un usuario más de los recursos del agua que son administrados a nivel nacional por la CONAGUA.

Cada usuario que requiere un volumen de agua es necesario en primera instancia hacer una solicitud ante la CONAGUA para obtener una concesión en donde se especifica el volumen determinado, la fuente del agua (superficial o subterránea) y el uso específico que se le dará al recurso. En el caso de ciudades este uso está clasificado oficialmente como doméstico o público urbano y el registro debe ser solicitado únicamente por las organizaciones encargadas de la operación del agua a nivel

municipal. Las concesiones otorgadas con sus volúmenes, tipo de uso y la ubicación quedan registradas en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA).

La CONAGUA determina en base a la disponibilidad de los acuíferos y de las cuencas si se puede otorgar una concesión nueva o incrementar una ya existente. La disponibilidad puede ser consultada en el DOF a nivel nacional o en el SINA. Los acuíferos y cuencas que no cuentan con disponibilidad son consideradas en veda y no se otorgan nuevas concesiones. En el caso de que las cuencas o acuíferos se encuentren sobreexplotados, los municipios u organismos operadores buscarán gestionar ante la CONAGUA las concesiones necesarias para el abasto de uso doméstico. Esta situación no sucede de forma oficial, pero en casos especiales o de emergencia si sucede bajo solicitud de gobernadores o inclusive a nivel presidencial.

La solicitud de concesión ante CONAGUA debe ser registrada en el REPDA con el seguimiento de estos pasos:

- Se debe verificar de manera oficial la disponibilidad de agua en la cuenca específica o acuífero que se quiere utilizar en el DOF o SINA.
- Si existe disponibilidad del recurso solicitado en la región específica del país, se otorga la concesión a las comunidades para el uso doméstico o público urbano.
- Si no existe disponibilidad del recurso, los usuarios tienen que buscar de forma privada acuerdos con otros usuarios para

obtener acceso a volúmenes de agua ya concesionados (mercado de derechos del agua). Es importante que, si se obtienen concesiones de un tipo de uso diferente, sean modificados en el REPDA utilizando la solicitud correspondiente. Es ilegal utilizar agua de uso agrícola para abastecimiento para las ciudades (y viceversa) y es muy importante que se realice el cambio de tipo de uso ante CONAGUA.

#### CAJA DE HERRAMIENTAS 4

#### Demanda de agua

Los usos del agua se clasifican en consuntivos y no consuntivos. Los usos consuntivos son todos aquellos que descargan menos agua de la concesionada o asignada, como los usuarios agrícolas, abastecimiento público urbano, industria autoabastecida y energía eléctrica (no considera a las plantas hidroeléctricas). Los usos no consuntivos sólo utilizan el agua y descargan la misma cantidad concesionada, aunque pueden afectar su calidad, dentro de estos están, entre otros, las plantas hidroeléctricas y actividades recreativas.

El volumen de agua para consumo que requiere el estado de Baja California está de acuerdo con 3,570 hm³/año para fines consuntivos y 1.5 hm³/año para fines no consuntivos. El 61.76% de los requerimientos proviene de fuentes superficiales y el 38.21% de fuentes subterráneas (Tabla 3). El 14.62% del volumen requerido se destina al abastecimiento público, el 2.32% a la industria, el 5.29% a la producción de electricidad y el 77.76% es de uso agrícola.<sup>18</sup>

<sup>[18]</sup> Gobierno del Estado de Baja California, "Programa Estatal Hidrico 2022-2027", https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/planeacion/programas-estatales/Programa%20Estatal%20Hidrico.pdf

TABLA 3: DEMANDAS DE AGUA EN BAJA CALIFORNIA						
CONSUNTIVOS	SUPERFICIAL	%	SUBTERRÁNEA	%	TOTAL	%
Agrícola	1,701	61.28%	1,075	38.72%	2,776	77.76%
Abastecimiento público	436	15.71%	86	3.10%	522	14.62%
Industria autoabastecida	69	2.49%	14	0.50%	83	2.32%
Producción electricidad	0	0%	189	6.81%	189	5.29%
Total	2,205		1,364		3,570	
%	61.76%		38.21 %			100%

Fuente: (CONAGUA, 2022)

TABLA 4: SUMINISTROS ALTERNOS				
AGUA RECICLADA	AGUAS GRISES	AGUAS PLUVIALES	AGUA DESALADA	
Las aguas residuales son aquellas que han sido tratadas y que son utilizadas para riego, reposición de aguas subterráneas y como barrera subsuperficial contra la intrusión de agua de mar; típicamente en California, el agua reciclada se usa para el riego.	Aguas residuales domésticas, incluyendo agua de la lavadora, regadera, lavabos de baño, que se captura y reutiliza, pero excluyendo las aguas negras, que es agua de inodoros y fregaderos de cocina; comúnmente conocida como agua "de uso ligero."	Son todos los escurrimientos de precipitación que fluye superficialmente por la tierra o por superficies construidas como pavimento o asfalto y que puede movilizar contaminantes. Es mejor capturar en el sitio para reponer las aguas subterráneas.	Agua oceánica o salobre a la que se le ha quitado la sal para hacerla potable; se utilizan dos métodos primarios a nivel mundial, pero en Estados Unidos, la ósmosis inversa es la más utilizada.	
Fuente: (CONAGUA, 2022)				

# CAJA DE HERRAMIENTAS 5

### Suministros alternativos de agua

Los suministros alternativos de agua son suministros distintos a los que estamos acostumbrados a recibir, como los que se utilizan desde las aguas subterráneas o superficiales. Frecuentemente, son suministros "reutilizados", lo que significa que ya fueron suministrados anteriormente para uso individual, comercial, industrial, etc. desde la red de agua potable.

Las definiciones para este tipo de suministros se encuentran en la Tabla 4.

La cosecha de agua de lluvia en algunas localidades es una buena estrategia de suministro, las precipitaciones anuales permiten la recolección de agua al menos para usos en los que no se requiere su potabilización. Es una estrategia de bajo costo con poca necesidad tecnológica para su implementación. Los beneficios de los suministros alternativos de agua están incluidos en la Tabla 5.

# CAJA DE HERRAMIENTAS 6

### El agua en Baja California

Baja California como otros estados del país tiene problemas serios en la cantidad y la calidad del agua que deben ser abordados a la brevedad. Estos problemas afectan tanto a las zonas urbanas como a las zonas rurales y se ven exacerbados por el crecimiento demográfico y el incremento en las actividades económicas, lo que genera una mayor demanda con una mayor explotación de los

suministros de agua e impactos negativos en el medio ambiente. Las zonas rurales en particular son más afectadas porque carecen de infraestructura adecuada tanto para el suministro como para el saneamiento. Los conflictos en los sistemas de abastecimiento de agua, distribución y saneamiento se relacionan directamente con barreras económicas y políticas.<sup>19,20</sup>

Estos problemas se agravan por la variabilidad climática espaciotemporal intrínseca que conduce a períodos de sequía y pluviales que duran desde unos pocos años hasta varias décadas.<sup>21</sup> Esta condición en combinación con las características del paisaje especialmente ambientes áridos y semiáridos lo convierten en un sistema natural muy complejo para gestionar los recursos hídricos. Además, es necesaria la realización de documentos estadísticos de emisión periódica que den a conocer las condiciones de consumo, distribución y recuperación del recurso hídrico; los cuales se compartan con las diferentes instancias que participan en la planeación y el manejo de las comunidades en sus diferentes escalas. La falta de datos limita las capacidades para calcular y predecir importantes factores biofísicos e hidrológicos, así como las variables de interés en las escalas espacio-temporales apropiadas y escenarios futuros. Complicando más las cosas, las regiones del noroeste de México se caracteriza por tener intensos conflictos entre los usuarios del agua urbana y rural.<sup>22,23</sup>

Lograr sistemas sostenibles de recursos hídricos requiere un enfoque integrado que combina el

<sup>[19]</sup> Dumars et al (1995). Mexico City's Water Supply: Improving the outlook for sustainability. National Academy Press, Washington, D.C.

<sup>[20]</sup> Ingram et al (1995). Divided Waters: Bridging the U.S.-Mexico Border.

<sup>[21]</sup> Sheppard et al (2002). The climate of the US southwest. Climate Research. Vol. 21 pg. 219-238.

<sup>[22]</sup> Moreno-Vazquez, J.L. (2006). Por debajo del Agua. El Colegio de Sonora.

<sup>[23]</sup> Salazar, A. y Pineda, N. (2010). Escenarios de demanda y políticas para la administración de agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora. región y Sociedad. Vol. 22 No. 47 pg. 105-122.

TABLA 5: LOS BENEFICIOS DE LOS SUMINISTROS ALTERNATIVOS DE AGUA				
ABASTECIMIENTO ALTERNATIVO	¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS?	¿CUÁLES SON LOS INCONVENIENTES?	¿OPORTUNIDADES PARA TODO EL SISTEMA?	
Agua reciclada	Uso no potable de agua; puede recargar agua subterránea	<ul> <li>Alto costo; requiere sistema de plomería separado de tuberías moradas</li> </ul>	Si	
Aguas grises	Método rentable para riego residencial	<ul> <li>La oferta y la demanda deben ser equilibradas.</li> <li>Fácil de terminar con demasiado suministro</li> <li>El agua puede contener patógenos.</li> </ul>	No	
Aguas pluviales	Puede recargar agua subterránea o ser usada para paisajismo.	Debe ser capturado, retenido y permitido que se filtre	Si	
Agua desalada	Un suministro a prueba de sequía	<ul> <li>Generalmente, la fuente de suministro es más cara.</li> <li>La eliminación de la salmuera p ser problemática. Alto uso de en</li> </ul>		
Cosecha de agua de Iluvia	Acceso suficiente, asequible, diario y continuo de agua para uso doméstico (no potable) durante la temporada de lluvias en viviendas con escasez hídrica.  Reducción de la	<ul> <li>Dependen exclusivamente de la lluvia, no es aplicable en algunas localidades del estado con bajas precipitaciones anuales.</li> </ul>	S	
	demanda de agua durante la temporada de lluvias			

conocimiento de los ecosistemas, las personas y los procesos de toma de decisiones para desarrollar herramientas e información que puedan ser utilizadas por los responsables de la formulación de políticas. La aplicación de enfoques integrados es particularmente importante en las regiones menos desarrolladas donde la gestión de los recursos hídricos debe considerarse a la luz de otras cuestiones apremiantes como las preocupaciones socioeconómicas.

### Balance de agua

En México se tiene dividido el país en 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas. Igualmente, se tienen delimitados 653 acuíferos oficialmente reconocidos en México y que son enlistados con base en la Norma Oficial Mexicana vigente "NOM-011-CONAGUA-2015". Tanto en la disponibilidad de agua superficial y subterránea, se utiliza una metodología basada en el balance del agua donde se consideran las extracciones del agua que están definidas en el REPDA.

La disponibilidad del agua superficial en cada cuenca está basada en un balance de agua utilizando la siguiente ecuación:

Disponibilidad media anual de agua superficial = en la cuenca hidrológica

Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo Volumen anual actual comprometido aguas abajo

La disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero se determina por medio de la siguiente expresión:

Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero

Recarga total media anual Descarga natural comprometida

Extracción de aguas subterráneas

### Programas de administración de la demanda

Actualmente en México, la administración de la demanda del agua superficial y subterránea está a cargo de la CONAGUA. En México, en la actualidad, no existe como tal un programa específico de administración de la demanda del agua. Sin embargo, existen iniciativas a nivel nacional como el Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE) que impulsan la creación de planes a nivel local y regional para definir acciones que se aplicarían antes, durante y después de situaciones de escasez temporal de agua a causa de una sequía. El PRONACOSE tiene como objetivo minimizar impactos ambientales, económicos y sociales derivados de las sequías y garantizar la disponibilidad de agua requerida para los diferentes usuarios.

En México, la administración de la demanda del agua se da dentro de un proceso informal impulsado por mecanismos económicos de oferta y demanda. De ahí que en todo el territorio nacional se presenten casos únicos y diferentes de cómo los usuarios logran llegar a acuerdos económicos o compra venta de concesiones del agua.

# CAJA DE HERRAMIENTAS 7

### Paisajes de bajo consumo

En climas áridos, el riego de áreas verdes aumenta significativamente la demanda de agua, especialmente durante las estaciones secas. Este aumento de la demanda a menudo requiere una ampliación de la infraestructura de conducción y la capacidad de almacenamiento, lo que incrementa

los costos para los organismos operadores de agua. Esto ocurre de igual forma en la regiones áridas y semiáridas en México, sin embargo, no existe una estimación de cuánta agua usan los municipios para mantener las áreas verdes en épocas de estiaje. Uno de los factores que contribuyen a esta demanda elevada es el uso de vegetación exótica o introducida (que no es originaria a la localidad), en particular el uso de césped. Este tipo de vegetación, al no estar adaptada a las condiciones locales tiene requerimientos mayores en términos de agua y nutrientes, lo que deriva en un mayor uso de recursos para mantenerla. Algunos estudios indican que más del 80% de las especies vegetales empleadas en banquetas y jardines frontales son introducidas.<sup>24</sup>

Para abordar este desafío se requiere la integración temprana de estrategias de diseño de paisaje y de uso inteligente del agua con tecnologías de riego ahorradoras, particularmente en los nuevos desarrollos. Es esencial que los reglamentos de construcción y normas complementarias de desarrollo incluyan de forma obligatoria mejores prácticas para la eficiencia hídrica entre los desarrolladores, públicos y privados enfocadas en el diseño de áreas verdes.

La Guía de Forestación para el Municipio de Mexicali,
Baja California, la Guía de Plantas Nativas de
Tijuana y el documento "Diseño de Áreas Verdes en
Desarrollos Habitacionales" generado por la Comisión
Nacional del Fomento a la Vivienda (CONAFOVI) son
documentos de gran utilidad en el diseño de paisaje a
nivel regional.

<sup>[24]</sup> Moreno Vazquez, J., & Navarro Navarro, L. (2016). Cambios en el paisaje arbolado en Hermosillo: escasez de agua y plantas nativas. En Región y Sociedad (págs. 79-120).

# CAJA DE HERRAMIENTAS 8

### Edificios inteligentes en materia de agua

La construcción y operación de edificios contribuye significativamente al agotamiento y uso insostenible de los recursos naturales. Una de las áreas fundamentales de este cambio es la optimización del uso del agua. Estudios indican que los edificios equipados con accesorios de agua de alta eficiencia pueden lograr ahorros de agua superiores al 20% en comparación con edificaciones convencionales. Esto refleja el enorme potencial para la conservación del agua a través del diseño inteligente y la integración de tecnología en los edificios.

En el presente, y cada vez más en el futuro, es esencial que los edificios no sólo están diseñados sino también modernizados (acondicionados), para minimizar su consumo de agua a lo largo de su ciclo de vida. Este enfoque hacia los edificios con uso inteligente del agua no es sólo una necesidad ambiental sino también una respuesta pragmática a los crecientes desafíos de la conservación de recursos y el cambio climático.

Los gobiernos locales tienen un papel crucial que desempeñar en esta transición. Al establecer y hacer cumplir regulaciones que exigen o incentivan la implementación de accesorios y sistemas de agua de alta eficiencia, pueden impulsar significativamente la adopción de prácticas inteligentes en materia de agua en el sector de la construcción. Este impulso regulatorio, combinado con la creciente conciencia pública y los avances tecnológicos, posiciona a los

edificios con uso inteligente del agua como piedra angular en la búsqueda del desarrollo urbano sostenible.

# **ESTRATEGIAS**

### La gestión del lado de la demanda

- Conservación del agua: Reducir el consumo de agua alentando a los usuarios a modificar sus comportamientos.
- Eficiencia hídrica: Utilizar diseño o tecnología de edificios y sitios para reducir consumos.
- Reutilización del agua: Reemplazar o aumentar el suministro de agua con la reutilización de aguas pluviales, aguas grises y aguas residuales.
- Educación y divulgación de la información hídrica: Utilizar herramientas de educación, concientización y divulgación de información para la concientización sobre problemáticas del agua.

El enfoque de gestión de la demanda de los recursos hídricos es bueno para el sector financiero, social y ambiental. Aumenta la relación costo-beneficio de las inversiones de capital al utilizar la misma cantidad de agua e infraestructura para servir a más personas por unidad económica gastada, beneficia al medio ambiente al equilibrar las necesidades humanas y de los ecosistemas y garantiza un futuro más sostenible para las comunidades a través de una economía más resiliente con un suministro de agua duradero.

<sup>[25]</sup> Talpur, B. D., Ullah, A., & Ahmed, S. (2020). Water consumption pattern and conservation measures in academic building: a case study of Jamshoro Pakistan. SN Applied Sciences, 2, 1-11.

<sup>[26]</sup> Barberán, R., Egea, P., Gracia-de-Rentería, P., & Salvador, M. (2013). Evaluation of water saving measures in hotels: A Spanish case study. International Journal of Hospitality Management, 34, 181-191.

<sup>[27]</sup> Kalbusch, A., & Ghisi, E. (2016). Comparative life-cycle assessment of ordinary and water-saving taps. Journal of Cleaner Production, 112,

# Proyectos compensatorios para recuperación de agua

Las normas de suministro del agua deben vincular la gestión oferta-demanda. Los gobiernos locales a menudo pueden establecer sus propios estándares para: (1) Establecer requisitos de suministro de agua basados en usos de suelo; (2) Considerar el crecimiento de la demanda de agua de los diferentes usuarios; (3) Utilizar de horizontes temporales más largos para demostrar un suministro adecuado del agua; o (4) Establecer una revisión adicional para su aprobación a través de mecanismos que promueven la participación ciudadana y una cultura de transparencia de información.

A continuación, se incluye una lista de estrategias para la reducción del uso de agua y el aumento de la disponibilidad de agua a corto, mediano y largo plazo.

### Estrategias a corto plazo

- Programas Estatales de conservación del agua con vigilancia y seguimiento municipal
- Programas de conservación del agua en la agricultura proponiendo tecnologías de riego de alta eficiencia con ahorro de agua
- Recarga de acuíferos utilizando aguas pluviales (escurrimientos urbanos)
- Recarga de acuíferos utilizando aguas residuales tratadas
- Reutilización de agua potable tratada

- Reutilización de agua no potable
- Establecer medidas obligatorias de reutilización de aguas grises y tratadas a empresas comerciales y de maquila
- Establecer mecanismos compensatorios y de incentivos para empresas ahorradoras
- Realizar revisiones a las normas regulatorias del agua y actualizarlas.

### Estrategias a mediano plazo

- Intercambios de derechos de agua de subterránea
- Intercambios de derechos de agua superficial
- Compra, venta e intercambios de agua reclamada (residual, no potable)

### Estrategias a largo plazo

- Desalación de agua marina y salobre
- Construcción de pozos profundos
- Importaciones voluntarias de agua de otros estados
- Intercambios voluntarios de derechos de agua con otros estados
- · Modificaciones de patrones de clima
- Restauración de flora natural
- Administración de plantas (phreatophytes)
   que extraen agua de las zonas saturadas del subsuelo



# CASO DE ESTUDIO

# PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA "LAS ARENITAS"

Aplica: Municipio

La PTAR, bosque ecológico y parque fotovoltaico "Las Arenitas" se encuentra en el km 23 de la Carretera Mexicali-San Felipe en Mexicali, Baja California. El complejo está compuesto por 605 hectáreas de superficie, 120 hectáreas forestadas, 99 hectáreas de humedal, hectáreas de planta de tratamiento y un área proyectada para la construcción de una granja solar.

La planta se encarga de dar tratamiento al agua residual que ingresa a la red de alcantarillado sanitario en la ciudad de Mexicali.

### Diseño del humedal

- Sistema de 4 celdas
- Superficie de 99 hectáreas
- 70% de agua
- 30% de vegetación

El agua de salida cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.<sup>28</sup>

### Beneficios con el proyecto

- Brinda un tratamiento adicional a las aguas residuales
- Genera un beneficio ecológico al crear humedales que sirvan de hábitat para especies de vida silvestre
- Ofrece oportunidades recreativas y de educación ambiental
- Zonas de observación de aves endémicas, migratorias y en peligro de extinción
- Humedal artificial único en su tipo en México
- Se iniciaron gestiones para conservar la diversidad biológica y designar al humedal como sitio Ramsar<sup>29</sup>

### Las inversiones del proyecto

- Adquisición del terreno (605 hectáreas).
- Construcción de la PTAR Las Arenitas.
- Ampliación de capacidad de la Planta de Bombeo de Aguas Residuales N° 4.
- Construcción de un nuevo emisor para conducir las aguas residuales a la nueva PTAR.
- Inversión total USD \$30,161,574 de dólares con recursos demostrados en la Tabla 6.

<sup>[28]</sup> Comisión Internacional de Límites de Aguas entre México y Estados Unidos, "Formulación del programa de saneamiento de la frontera norte a nivel gran división" http://www.cila.gob.mx/syca/SUIF/PSFN\_IF03\_Mexicali\_A\_Informe.pdf

<sup>[29]</sup> Ramsar Convention on Wetlands, 'Designating Ramsar Sites',

https://www.ramsar.org/our-work/wetlands-international-importance/designating-ramsar-sites

# CASO DE ESTUDIO, CONT.

El proyecto Inversiones en colaboración con Gobierno Federal, Estatal, ONGs, entre otros con una inversión total entre la PTAR y el humedal de MXN \$360 millones.

Además, se hicieron convenios para restaurar el Río Hardy y conservar el Delta del Río Colorado; se realizó un Convenio entre el Gobierno del Estado, la CONAGUA, la Asociación Ecológica de Usuarios de los Ríos Hardy y Colorado (AEURHYC) y Pronatura Noroeste para la asignación de al menos 30% del efluente de la Planta.

El 100% del agua tratada, que son 27.4 millones de m<sup>3</sup> anuales, se reutiliza en otros usos; el 58% en compensación ambiental, el 40% en agricultura, y el 2% en riego de áreas forestadas.

TABLA 6: COSTOS DE INVERSIÓ				
NÚMERO DE CELDA	COSTOS DE OBRA	COSTO ESTABLECIMIENTO VEGETACIÓN	COSTO TOTAL POR CELDA (PESOS)	
Celda #1	\$5,119,289	\$568,083	\$5,687,372	
Celda #2	\$10,786,566	\$1,320,548	\$12,107,114	
Celda #3	\$8,846,895	\$1,578,957	\$10,425,851	
Celda #4	\$1,590,751	\$65,212	\$1,655,964	
Total	\$26,343,500	\$3,532,800	\$29,876,301	

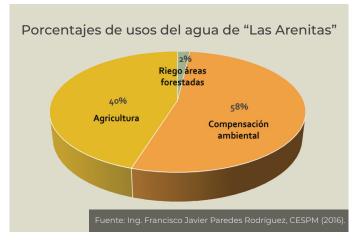
Fuente: Ing. Francisco Javier Paredes Rodríguez, CESPM (2016)

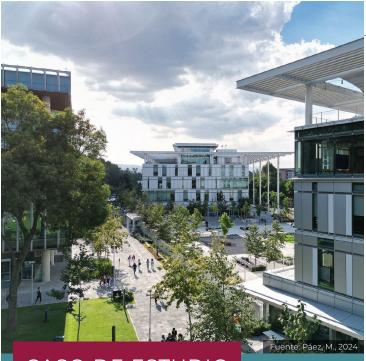
# CASO DE ESTUDIO, CONT.











CASO DE ESTUDIO

# RECONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: TECNOLÓGICO DE MONTERREY CAMPUS CIUDAD DE MÉXICO

Aplica: Iniciativa privada

El Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, ubicado en la alcaldía Tlalpan desde 1990, enfrentó un gran reto tras el sismo de 2017 que resultó en la pérdida de vidas estudiantiles y la destrucción de infraestructura. Esta tragedia impulsó la decisión de reconstruir el campus, derribando 10 edificios y conservando sólo dos. En el 2021, se completaron tres nuevos edificios que resaltan el compromiso de la institución con la sostenibilidad ambiental y la innovación en gestión del agua. Estos edificios, dos de ellos con certificación LEED Plata y uno con LEED Platino, incorporan prácticas avanzadas que destacan por su bajo impacto ambiental y mejoras significativas en la calidad de vida de sus ocupantes.

Entre las innovaciones más notables se encuentran los sistemas de captación de agua pluvial de las edificaciones mediante tanques de tormenta y la instalación de accesorios hidráulicos de alta eficiencia. Otra innovación importante es que el campus se dotó de una red de canales pluviales que captan el agua de lluvia que precipita en exteriores y la conducen a un sistema de captación e infiltración ya existente, que se denomina el cenote y es un cuerpo de agua que ayuda a controlar inundaciones. Estas medidas contribuyen a reforzar la resiliencia hídrica del campus.

Este enfoque holístico y vanguardista en diseño y construcción no solo representa un modelo a replicar en otros campus de la universidad, sino que también establece un precedente en la arquitectura sostenible de la ciudad y de México.

Este tipo de certificaciones podrían ser promovidas por autoridades locales con el fin de avanzar en la sostenibilidad del sector de la construcción. La CDMX por ejemplo cuenta con su propio programa de certificación de edificaciones sustentables (PCES). Cuando un edificio logra certificarse bajo este programa, se pueden conseguir incentivos fiscales como reducciones en el impuesto predial y el impuesto sobre la nómina. De esta forma, otras ciudades podrían impulsar certificaciones locales o la adopción de otras certificaciones del ámbito internacional o nacional.



# CASO DE ESTUDIO

# POLÍTICA PÚBLICA DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN HERMOSILLO, SONORA

Aplica: Municipio

La ciudad de Hermosillo se caracteriza por un clima árido que se ha tornado más extremo por efectos del cambio climático y que progresivamente deriva en una menor cantidad de precipitación. Esta condición ha ido evolucionando en una escasez de agua generalizada que pone en riesgo el desarrollo futuro de la ciudad. Esto a su vez se refleja en el paisaje urbano, antes caracterizado por la presencia de grandes árboles exóticos que se han ido perdiendo a consecuencia de la dificultad de mantenerlos por su alta demanda de agua. Con el fin de enfrentar este reto sin quedar desprovista de su vegetación, la ciudad de Hermosillo, a través de su Instituto Municipal de Planeación Urbana (IMPLAN), elaboró una política pública que busca impulsar el establecimiento de paisajes de bajo consumo hídrico.

En el 2017, el IMPLAN publicó el Manual de Lineamientos de Diseño de Infraestructura Verde (IV) para Municipios Mexicanos como una guía que promueve la aplicación de técnicas de IV. Un año más tarde, dicho manual se tradujo a normativa a través de la Norma Técnica de IV. Con este último instrumento, la ciudad hizo obligatoria la integración de técnicas de IV en proyectos de desarrollo inmobiliario públicos y privados, así como para todo tipo de usos de suelo, salvo viviendas unifamiliares.

Adicionalmente, en esta norma se especifica que toda la vegetación a utilizarse en dichos proyectos debía ser nativa o de bajo consumo hídrico, y que la selección vegetal debía obedecer al listado oficial del municipio. Finalmente, en el 2020, el IMPLAN pública la Paleta Vegetal de Hermosillo. Ésta sirve como instrumento normativo para la selección de especies vegetales, así como material de difusión y educación sobre las especies de plantas nativas más comunes en la región. La Norma y la Paleta se aplican a todo tipo de desarrollos, salvo vivienda unifamiliar independiente. Esto es vivienda que no forma parte de desarrollos fraccionados o en bloque, o que tiene un dueño particular y no es parte de un desarrollo inmobiliario.

Con estos materiales, en primer lugar, se buscaba incrementar la implementación de IV en la ciudad para volver las áreas verdes más sostenibles al dotarlas de la capacidad de cosechar agua de lluvia. En segundo lugar, la intención era aumentar el uso de especies nativas para reducir el consumo hídrico necesario para mantenerlas, así como resaltar la identidad del paisaje local.

Unos años después de haberse establecido esta política pública y sus respectivos instrumentos, el avance en el desarrollo de IV no es el esperado. Este tipo de normativas toman tiempo en establecerse por completo en los procedimientos y la cultura urbana local, esto se puede entender como un proceso normal. Sin embargo, también se puede atribuir la falta de avances a algunas condiciones presentes, como: una falta de culturización y entrenamiento a otras dependencias encargadas de otorgar permisos de construcción y de intervenir el espacio público; continuidad entre cambios administrativos; comunicación y alineación entre dependencias; falta de campañas educativas y de socialización de las iniciativas para la ciudadanía en general.

En resumen, aun cuando es necesario elaborar una política pública robusta con el fin de impulsar una iniciativa de cuidado del agua, ésta debe ir acompañada de acciones concretas, el establecimiento de alianzas estratégicas y un programa de culturización y educación para las instituciones y la población.

# SECCIÓN 3

# PROCESO Y POLÍTICA DE USO DE SUELO

Las políticas, programas y procesos que rigen el desarrollo y los usos de suelo pueden tener un gran impacto en la gestión de los recursos hídricos.



# PERSPECTIVA

En la mayoría de los casos la demanda de agua puede estar determinada por las características de la vivienda y la de sus habitantes, así como por la manera en que planificamos, diseñamos y mantenemos las comunidades. Los patrones de desarrollo más compactos, el diseño y mantenimiento bajo estándares sustentables tanto en edificaciones como en jardines favorecen el ahorro de agua.

Los desarrollos compactos consumen menor cantidad de agua.

Las normas de construcción y plomería deben ser diseñadas para ahorrar agua.

El desarrollo de bajo impacto produce menos daños al entorno natural y a los recursos hídricos. La infraestructura verde permite la recarga de agua subterránea.

Los paisajes con plantas endémicas de bajo consumo y con sistemas de riego eficiente ofrecen ventajas en la protección del agua.

Seleccionar los electrodomésticos y accesorios de plomería que indiquen alta eficiencia y ahorro de agua.

# **OBJETIVOS**

- Proponer modelos de desarrollo urbano que vinculen el uso de suelo con la protección del recurso hídrico
- Identificar puntos de interacción entre planeación del uso de suelo y el agua
- Identificar estrategias que involucren el uso de suelo en la recuperación y/o uso eficiente del agua

# CAJA DE HERRAMIENTAS 1

### Normativa y responsables

Conforme a la Constitución Política de México, corresponde a los municipios controlar el uso de suelo (Artículo 115). Para esto, los municipios se encargan principalmente de dos procesos: la planeación de uso de suelo y la emisión de permisos de construcción. Para el primer proceso, existen algunos instrumentos de planeación como: Programas de Desarrollo Urbano para Centros de Población, Programas Municipales de Desarrollo Urbano y Programas de Ordenamiento Territorial y Ecológico. En estos instrumentos los municipios establecen la zonificación de usos de suelo, marcando las nuevas zonas de crecimiento de la ciudad, así como los usos de suelo permitidos ya sea a escala de centro de población o del municipio. Cabe resaltar que estos programas de desarrollo se deben alinear a los planes de desarrollo estatales y nacionales, pero es solo en los programas de competencia municipal en que se establece cómo se llevará a cabo el desarrollo territorial a través de la zonificación.30

# CAJA DE HERRAMIENTAS 2

### Modelos de desarrollo urbano inteligente

### Metabolismo hídrico

El metabolismo hídrico urbano se encarga del análisis de los flujos del agua en la ciudad, su estudio se aborda desde un enfoque interdisciplinario que incluye disciplinas como la ecología urbana, industrial, socioambiental y la política urbana. Es conveniente que el estudio del metabolismo hídrico urbano se aborde desde programas institucionales a múltiples escalas jerárquicas, esto debido a las competencias de acción y decisión. El análisis de las condiciones urbanas desde este enfoque en individual para las características particulares de cada ciudad y es conveniente asociarlo con otros temas que también afectan y se relacionen con los procesos hídricos de cada zona de estudio como el nexo con la contaminación, con los procesos energéticos o con el cambio climático. O bien, relacionándolo con una perspectiva crítica desde el punto de vista económico, político o social.

Es necesario que exista un análisis de las condiciones de cada ciudad, sin embargo, la mayor parte de estudios desde este enfoque solo se realizan en grandes ciudades.

### Desarrollo compacto

En la búsqueda por crear entornos urbanos más sostenibles y resilientes, el concepto de desarrollo compacto emerge como una estrategia fundamental. Este enfoque implica un rediseño transformador de las áreas urbanas, enfatizando una mayor densidad, espacios de uso mixto y una mejor accesibilidad en función de una conectividad multimodal más eficiente. En esencia, el desarrollo compacto no se

trata sólo de reestructuración espacial; representa un cambio radical hacia una gestión más sostenible de los recursos naturales ya que la infraestructura para proveer servicios incluyendo los relacionados con el agua requieren menor trayecto de distribución, lo que reduce consumo de materiales y pérdidas de recursos.

Un aspecto central de la eficacia del desarrollo compacto es su impacto en la optimización de los recursos hídricos. Al disminuir la huella urbana, se reduce significativamente el consumo de agua y se mitiga la producción de escorrentías por unidad residencial debido a la reducción de superficies impermeables que supone. Este enfoque es fundamental para gestionar los ciclos hidrológicos urbanos de manera más sostenible.

El uso eficiente del agua se puede encontrar en patrones de desarrollo compactos planeando eficientemente desde el diseño del edificio, el sitio, los sistemas de infraestructura y el paisaje.

Además, este modelo de desarrollo facilita inherentemente un aumento de los espacios verdes urbanos, los cuales son fundamentales para incrementar la permeabilidad del territorio, mejorando así la infiltración del agua de lluvia y contribuyendo a la recarga de los acuíferos en el largo plazo. Los beneficios ecológicos de este proceso son sustanciales y garantizan la sostenibilidad hídrica.

Este enfoque de diseño urbano también se extiende a la maximización de la eficiencia de la infraestructura, incluyendo el suministro de agua potable, el saneamiento, la electricidad y las redes de movilidad. La optimización de infraestructuras bajo el modelo de desarrollo compacto no sólo promueve la conservación de los recursos, sino que también asegura la viabilidad económica en la gestión urbana.

Por lo tanto, el desarrollo compacto se erige como un enfoque integral en el urbanismo contemporáneo, que prioriza la optimización de los recursos y el equilibrio ecológico.

# CAJA DE HERRAMIENTAS 3

### Superficies permeables urbanas

Las superficies permeables urbanas contribuyen en la recarga de aguas subterráneas y mejoran la calidad del recurso hídrico mediante el proceso de filtración natural. Además, reduce las escorrentías por aguas pluviales, la erosión del suelo y las inundaciones. También ayudan de manera eficiente cuando la cantidad de agua de las escorrentías sobrepasa la capacidad de los desagües pluviales evitando inundaciones y desbordamientos de alcantarillas, permite recuperar estas aguas que de otra manera pasarían al sistema de drenaje contaminando.

Estos pavimentos permeables son apropiados para las superficies de desplazamiento peatonal, para áreas vehiculares de bajo impacto como estacionamientos de bajo volumen y velocidad, entradas residenciales, callejones de bajo flujo, plazas; así como patios.

Debe considerarse que las áreas que acumulen sedimentos o algún tipo de material no son apropiadas porque puede obstruirse la filtración. Las superficies residenciales con pendientes mayores de 5% hacia la edificación no son adecuadas para implementar esta estrategia. Es importante que antes de implementar superficies permeables se realice un análisis del tipo de suelo ya que los suelos arcillosos no facilitan la filtración de agua y requieren un sistema de drenaje adicional; por otra parte, los suelos calizos y las arenas son ideales al permitir una filtración rápida.

Entre los suelos permeables se encuentran los adoquines porosos, asfaltos y concretos permeables, adoquines de césped, césped sintético y materiales pétreos para utilizados solo como cubresuelos que no se utiliza para desplazamiento o circulación vehicular como en glorietas, camellones y jardines decorativos urbanos.

La estructura general que tienen las superficies permeables se constituye por una capa superficial de material permeable de mayor resistencia como adoquines, capa intermedia de materiales pétreos finos cuyo grosor depende de la capacidad de filtración del suelo de la capa inferior para poder agua y de la cantidad de precipitaciones promedio anual.

Algunos países como China y Australia han desarrollado sistemas urbanos de drenaje sostenible (SuDS), que tratan de devolver la permeabilidad a los suelos en zonas urbanas contribuyendo con el regreso a los ciclos sustentables del agua.

# CAJA DE HERRAMIENTAS 4

# Condiciones actuales de los procesos de planeación usos de suelo versus optimización del recurso hídrico

Es habitual que las ciudades implementen procedimientos administrativos destinados a garantizar el cumplimiento de las normativas locales y la zonificación. La gestión de permisos y licencias para el desarrollo urbano usualmente recae en una dependencia municipal específica, mientras que la formulación de los planes de desarrollo urbano que integran la zonificación y normativas de uso de suelo recae en otra dependencia. La falta de comunicación eficaz entre estas dependencias a menudo resulta en inconsistencias o incumplimientos en la ejecución de proyectos urbanos. Para fomentar un desarrollo más

coherente, es imperativo que las municipalidades mejoren la coordinación y alineación entre las dependencias involucradas. Asimismo, es esencial que los organismos operadores participen activamente en el proceso de revisión de proyectos para asegurar un desarrollo integral y sostenible. En el caso más común, una dependencia hace la planeación, y otra emite los permisos (por ejemplo, en Hermosillo, el IMPLAN hace la planeación, y la Coordinación de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Ecología permite los permisos y supervisa la ejecución).

# **ESTRATEGIAS**

# Estrategias para establecer un proceso de revisión del desarrollo integral

- Identificar oportunidades para incorporar a gestores de recursos hídricos (organismos operadores) y expertos en sostenibilidad en el proceso de establecimiento de zonificación y normativa de uso de suelo. Esto facilita la resolución de desafíos u oportunidades relacionados con el agua.
- Promover reuniones regulares entre las diferentes dependencias para construir relaciones y mantener una comprensión compartida de la visión estratégica y prioridades locales.
- Involucrar a los organismos operadores de agua en reuniones previas a la solicitud de desarrollos y en la revisión preliminar de planos para abordar desafíos de cumplimiento relacionados con el agua y considerar enfoques alternativos desde el inicio.
- Buscar un acuerdo mutuo con los organismos operadores para la aprobación final de las decisiones de uso de suelo.

- Supervisar que el desarrollo se construya, opere y mantenga según lo propuesto, capacitando a los inspectores de obra (Directores Responsables de Obra, supervisores, etc.), para reconocer el cumplimiento de diseños eficientes en el uso del agua.
- Incorporar recomendaciones de diseño de Infraestructura Verde y desarrollo de bajo impacto en la revisión de proyectos.
- Utilizar cargos de conexión, como tarifas de conexión, tarifas de impacto hídrico y otros, como incentivos para guiar el desarrollo en áreas con infraestructura adecuada.
- Promover programas basados en incentivos para implementar diseños que incorporen manejo sustentable de agua como Infraestructura Verde, cosecha de agua de Iluvia, reúso de aguas grises y accesorios eficientes en el uso del agua.
- Elaborar guías y manuales para ayudar a residentes y constructores a entender y cumplir con los códigos de construcción y diseño.

# Estrategias para promover el desarrollo compacto

A continuación, se incluye una lista de estrategias que se pueden considerar para promover el desarrollo compacto.

- Incrementar la densidad urbana para reducir las distancias en traslado de recurso hídrico y pérdidas por fugas.
- Condicionar las re-zonificaciones, establecimiento de planes parciales, y solicitudes de desarrollos residenciales (multifamiliares, fraccionamientos, entre otros), al cumplimiento de estándares específicos de conservación y manejo sostenible del agua.

- Elaborar los futuros programas de desarrollo urbano (municipales o de centros de población), de forma que se identifiquen áreas específicas para el crecimiento, centrándose en regiones donde la infraestructura hídrica puede soportar mayores densidades. Esto debería estar alineado con planes de desarrollo regionales y locales que consideran la ampliación de infraestructura hídrica.
- La zonificación urbana debe contemplar
  la conservación de zonas de recarga de
  acuíferos, limitando o condicionando el
  desarrollo urbano en estas zonas apoyados en
  lo establecido en los programas ecológicos y
  territoriales de los municipios.
- Modificar las normas de zonificación para permitir tamaños de lotes más pequeños y densidades más altas en zonas designadas, fomentando formas urbanas más compactas.
   Esto puede incluir reducir o eliminar barreras como requisitos mínimos de estacionamiento, tamaños mínimos de lotes, entre otros.
- Adaptar las normas de zonificación para permitir una mayor variedad de desarrollos residenciales (como multifamiliares, comunidades planeadas, viviendas adosadas, apartamentos y viviendas accesorias), así como el desarrollo compacto de uso mixto en áreas de crecimiento designadas. Esta diversidad es crucial para atender a las diferentes necesidades demográficas y capacidades económicas.
- En áreas rurales y periurbanas, modificar
  la zonificación para permitir e incentivar
  el desarrollo residencial agrupado y de
  conservación, que se enfoca en mantener
  una mayor proporción de espacio abierto y
  conservar o recrear hábitats naturales locales.

- Regular más estrictamente las actividades comerciales que consumen mucha agua (como lavados de autos, deportivos y viveros), exigiendo que cumplan con estándares de eficiencia y conservación del agua, incluido el reúso de aguas tratadas.
- Ofrecer incentivos como reducciones en tarifas de desarrollo o servicios públicos, exenciones y bonificaciones de densidad para proyectos que excedan estándares de densidad y sostenibilidad.
- Reconocer la diversidad de contextos de los municipios del estado. Las estrategias en ciudades fronterizas de Baja California pueden diferir debido a diferencias climáticas, económicas y culturales.
- Incorporar infraestructuras y diseños de paisaje que ahorren agua como partes integrales del desarrollo urbano, fomentando técnicas como la recolección de agua de lluvia y el reciclaje de aguas grises.
- Fomentar asociaciones entre entidades gubernamentales y desarrolladores privados para crear proyectos urbanos sostenibles. Las asociaciones público-privadas pueden ser fundamentales para implementar y financiar estas iniciativas.
- Garantizar que exista un marco regulatorio y de políticas públicas de apoyo tanto a nivel federal como local, lo cual es esencial para la implementación exitosa de estrategias de desarrollo compacto.

# Estrategias para impulsar los edificios inteligentes en materia de agua

 Utilizar códigos (estándares, lineamientos), internacionales de plomería (accesorios de agua), y construcción sustentable existentes

- como base para elaborar estándares locales, asegurando que se alineen con las necesidades y condiciones específicas locales y que contribuyan al cumplimiento de la normativa federal (NOM-001-CONAGUA-2011).
- Integrar normas (estándares o códigos) en el reglamento de construcción que permitan y fomenten el uso de sistemas de reciclaje de agua, como sistemas separados de recolección de aguas grises y de lluvia, especialmente en regiones con escasez de agua.
- Implementar programas de reembolso o proporcionar accesorios gratuitos que ahorren agua para fomentar el reemplazo de inodoros y grifos más antiguos y menos eficientes.
- Exigir modernizaciones de eficiencia hídrica en proyectos de reurbanización o para la compraventa de edificaciones.
- Ofrecer incentivos como tarifas reducidas de agua para los desarrolladores que alcancen estándares de eficiencia hídrica que superen los estándares (normas, códigos), básicos de construcción.
- Incluir requisitos en los reglamentos de construcción para reparar rápidamente las fugas en interiores, estableciendo plazos específicos para su cumplimiento.
- Establecer estándares de eficiencia hídrica para desarrollos no residenciales, comerciales y multifamiliares, abordando accesorios, electrodomésticos y equipos de plomería en nuevas construcciones y renovaciones.
- Desarrollar normas específicas dirigidas a sectores con alto consumo de agua, como cervecerías, centros de atención médica, instituciones educativas, lavados de autos, lavanderías y la industria hotelera, reconociéndose como "grandes usuarios".

- Implementar programas integrales de educación y concientización para constructores, desarrolladores y público en general sobre la importancia y los métodos para lograr la eficiencia hídrica en los edificios.
- Promover en los hogares el uso de electrodomésticos ahorradores de agua.
- Participar en iniciativas de educación comunitaria y ofrecer reembolsos por adoptar accesorios domésticos que ahorren agua.

# Estrategias para fomentar los paisajes con uso eficiente de agua

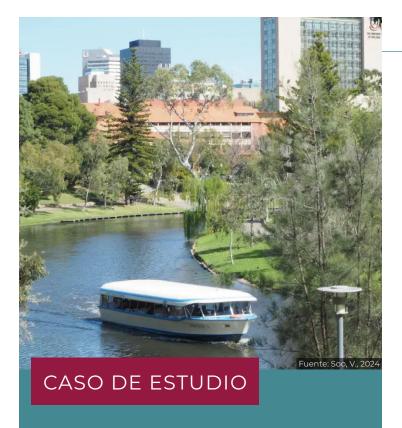
- Fomentar la Implementación de Infraestructura Verde (IV): promover o requerir a través de normativa la incorporación de técnicas de IV para aumentar la captación e infiltración de agua de lluvia en el suelo. Esto aumenta la disponibilidad de humedad en el subsuelo, mejorando las condiciones para el desarrollo de la vegetación y reduciendo la necesidad de riego.
- Adoptar regulaciones o normativa que establezca requerimientos para impulsar prácticas como las que se mencionan en el apartado anterior.
- Promover el uso de cubiertas permeables de bajo consumo de agua.
- Desarrollar manuales de establecimiento de paisajes de bajo consumo hídrico que incluyan prácticas sostenibles como Infraestructura
   Verde, el riego con aguas grises, el mejoramiento del suelo, el uso de acolchado y la instalación de sistemas de riego por goteo.
- Desarrollar una guía de especies vegetales a utilizarse en proyectos de paisaje. Una alternativa es la de desarrollar una paleta vegetal con especies locales y nativas de bajos requerimientos hídricos y de poco mantenimiento.

- Selección de plantas: Priorizar el uso de plantas nativas y resistentes a la sequía que estén bien adaptadas al clima local. Agrupar las plantas según necesidades de agua similares para optimizar la eficiencia del riego.
- Restricciones al césped: restringir el tipo y la cantidad de césped permitido, fomentando alternativas como acolchado o cubre-suelos nativos que requieren un riego mínimo.
   Asimismo, el empleo de césped debería estar restringido al riego con aguas de reúso (recicladas, tratadas o agua de lluvia captada).
- Maximizar funciones de la vegetación considerando: Incorporar arbolado (nativo), para mejorar el confort térmico, mejorar la calidad del aire y proveer de hábitat para la vida silvestre. Asimismo, siempre que sea posible se deben incorporar todos los estratos vegetales (árboles, arbustos y cubresuelos), para incrementar biodiversidad, mejorar la estética de paisaje y aumentar cobertura vegetal.
- Exigir el proyecto de paisaje en los nuevos desarrollos y supervisar su cumplimiento.
- Ofrecer incentivos financieros para reemplazar el paisajismo de alta demanda de agua con alternativas más sostenibles como el uso de plantas nativas y xeriscaping. Asimismo, para desarrolladores que en sus proyectos inmobiliarios incorporen este tipo de prácticas.
- Promover el establecimiento de sistemas de captación de agua de lluvia para el riego de la vegetación.
- Programación de riego: establecer pautas para horarios del riego, preferiblemente durante las horas más frías del día, con el fin de reducir la pérdida de agua a través de la evapotranspiración.

- Convertir paisajes de césped en paisajes tolerantes a la sequía.
- Capacitar a los propietarios y administradores inmobiliarios sobre el uso eficiente del agua, realizar auditorías para identificar oportunidades de ahorro y capacitar a personal de mantenimiento en prácticas de paisajismo sostenible.
- Capacitación para profesionales del paisajismo:
   Desarrollar programas de capacitación para
   paisajistas locales centrados en técnicas de
   ahorro de agua, adaptados a las necesidades
   específicas y la disponibilidad tecnológica de
   la región.

- Participación comunitaria: Involucrar a las comunidades locales en los esfuerzos de conservación del agua, incluidos talleres y programas educativos, para fomentar una cultura de sostenibilidad.
- Fomentar colaboraciones que reúnan al gobierno, el sector privado y la sociedad civil para apoyar y financiar iniciativas de paisajismo con uso eficiente del agua.





# PARQUE LINEAL DEL RÍO TORRENS, AUSTRALIA

Aplica: Local

Las nuevas asignaciones de uso de suelo deben ser sometidas a procesos en los que se determinen las vocaciones adecuadas para la zona de estudio, pero además requieren de un análisis detallado a fin de determinar cuál es el nuevo uso que ofrece las mejores oportunidades de desarrollo o aprovechamiento.

La cuenca del Río Torrens en Adelaida ha sufrido por décadas la mala calidad del agua e inundaciones, es por tal motivo que los planificadores e investigadores tomaron la decisión de implementar un proyecto de infraestructura verde a fin de establecer un escenario para gestionar las aguas pluviales y recuperar un recurso abandonado. El proyecto que se planteó fue un parque lineal al interior de la cuenca que se completó en 1997. El Parque inicia en el Río Torrens hacia el este de Adelaide Hills, atraviesa el área metropolitana de Adelaide y termina en el mar.

El proyecto es un espacio abierto con la principal función como elemento de mitigación para inundaciones; incluye un sendero para ciclistas y caminantes, áreas para jugar, zonas para hacer picnics, lugar para alimentar patos, así como un área con eucaliptos y juncos. El parque es además una vía de enlace entre diferentes puntos importantes de la ciudad como el zoológico de Adelaida, los jardines botánicos de Adelaida, el Festival Theatre y el Elder Park.

La decisión del desarrollo del proyecto involucra cuatro temas principales, que incluyen comunicación y colaboración, objetivos de diseño del proyecto, marcos institucionales y políticos, así como regulaciones de planificación y desarrollo.

El parque es un sistema interconectado de espacios verdes, que comprende áreas naturales como vías fluviales, bosques o parques que se planifican y gestionan para brindar beneficios sociales, económicos y ambientales.

# SECCIÓN 4

# REDUCCIÓN DE INUNDACIONES Y CALIDAD DEL AGUA

Los eventos climáticos extremos, la expansión de las ciudades, la ocupación en zonas de alto riesgo y los desastres naturales pueden impactar seriamente en la infraestructura urbana y reducir la calidad del agua.



# **PERSPECTIVA**

La forma en que gestionamos el agua, desde las aguas pluviales hasta las aguas residuales, tiene un impacto tanto en el entorno natural como en el urbano. Los enfoques que integran la gestión holística en los estándares de construcción y planeación pueden proteger los ecosistemas y aprovechar la utilidad de todas las formas de agua.

Los cambios en el paisaje por eventos naturales o actos antrópicos tienen un impacto en los ecosistemas y en la disponibilidad de recursos hídricos.

La superficie permeable favorece la filtración de agua y reduce las escorrentías.

Los nuevos desarrollos pueden alterar el suelo y dañar la vegetación.

Se debe evitar la contaminación por escorrentía de aguas urbanas.

Hay cambios en la hidrología ocasionados por el cambio climático.

El desarrollo urbano debe evitar la degradación de las zonas ribereñas Los impactos en el suministro de agua y la calidad del agua pueden ser causados por sequías, inundaciones e incendios forestales.

# **OBJETIVOS**

- Establecer estrategias para favorecer la creación y mantenimiento de las superficies permeables
- Determinar las zonas de riesgo de inundaciones
- Proponer estrategias para mantener la calidad del agua

# CAJA DE HERRAMIENTAS 1

# Responsables de la gestión de aguas pluviales y protección de los recursos naturales

En México según la LAN,<sup>31</sup> la entidad responsable de la protección de los recursos hídricos es la CONAGUA, mientras que los encargados de la gestión de las aguas pluviales es competencia de cada organismo estatal o municipal. Sin embargo, cada Estado tiene soberanía para la toma de decisiones en la gestión del agua. La Ley de Agua para el Estado de Baja California<sup>32</sup> se encarga de legislar además de crear y adoptar estándares para la gestión de agua potable y alcantarillado, pero no aguas pluviales. A pesar de la importancia en la gestión del agua potable, estas leyes no legislan ni administran el agua pluvial. Otros de los organismos encargados de gestionar el agua son: los Organismos Operadores Municipales de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOMAPAS), las Secretarías de Desarrollo Urbano y los municipios (especialmente las cabeceras municipales con poblaciones mayores de 100 mil habitantes.

En cuanto a la protección de la vegetación y de los recursos naturales La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente,<sup>33</sup> en el artículo cuarto del capítulo II, faculta a la Federación, los Estados y Municipios a la administración y regulación

en materia de la preservación y restauración del ambiente y de los recursos naturales. Otros de los organismos encargados de observar el cumplimiento de las leyes apegadas a la protección de los ecosistemas y de los recursos naturales son:

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), la CONAFOR y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

# **CAJA DE HERRAMIENTAS 2**

### Cuencas hidrográficas

Salvaguardar los recursos hídricos disponibles a través de estándares y políticas de protección de cuencas es un objetivo importante, pero a menudo pasado por alto en las comunidades. La planificación y protección de cuencas hidrográficas a menudo han resultado de la colaboración entre organizaciones sin fines de lucro que trabajan con los gobiernos locales para restaurar procesos, así como las funciones ecológicas. La forma en que las comunidades se desarrollan tiene impacto en las cuencas, puede ocasionar un serio daño si no hay una correcta planeación, pero evaluar las alternativas y tomar las mejores decisiones puede nutrir la naturaleza y cosechar los beneficios.

La planificación de cuencas hidrográficas se centra en minimizar los impactos negativos a medida que se producen nuevos desarrollos. Los objetivos de protección de manejo de cuencas hidrográficas se incluyen en una amplia variedad de planes comunitarios, como planes integrales, planes de gestión de emergencias, planes de cuencas, planes

<sup>[31]</sup> Ley de Aguas Nacionales, DOF 08-05-2023

<sup>[32]</sup> Ley de Agua para el Estado de Baja California, Periódico Oficial 19-1-2017

<sup>[33]</sup> La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, DOF, 8-5-2023

de gestión de recursos hídricos y planes de espacios abiertos. Convertir estos objetivos en políticas concretas en los códigos de desarrollo es esencial para prevenir la degradación de las cuencas y mejorar la resiliencia de las comunidades.

La cuenca del Río Tijuana la comparten Tijuana y San Diego; pero también comprende los municipios de Playas de Rosarito; así como parte de Tecate y Ensenada. Su abastecimiento es en un 75% a partir de fuentes superficiales y el 30% de reservas locales. Aproximadamente 500 millones de m<sup>3</sup> pasan a la cuenca a partir del Río Colorado. La cuenca se subdivide en 29 subcuencas de las cuales 23 drenan al Río Tijuana y 6 al Océano Pacifico. De acuerdo con el PDUCP de Tijuana la gestión del agua por cuencas compartidas está escasamente desarrollado, aun cuando ya existen políticas e instrumentos de orden superior que se orientan hacia una administración por cuencas, en lo local, se carece de programas y datos actualizados en materia de exploración y explotación, balances hídricos, uso racional, tratamiento y disponibilidad de agua, lo que genera un desconocimiento y manejo muy sectorizado de estos recursos.

Tecate pertenece a la Cuenca del Río Tijuana (CRT), esta es una cuenca binacional ubicada entre México y Estados Unidos de Norteamérica, comprende un área total de 4,452 km² de los cuales el 73% se localiza en Baja California. En la parte mexicana, mayoritariamente corresponde al municipio de Tecate (42%).

Según la CONAGUA para el 2015, el acuífero de Tecate tenía una recarga de 10.1 hm³, con un volumen concesionado de 12.038 hm³, por lo que presenta un déficit de -1.938 hm³. Mientras que el acuífero las palmas tenía una recarga de 10.5 hm³, con una descarga natural de 3.5 hm³, y un volumen

concesionado de 10.485 hm³, presentando un déficit de -3.485 hm³.

El acuífero la Rumorosa-Tecate presentó para 2015 una recarga de 1.7 hm³, sin presentar descarga natural, con un volumen concesionado de 0.712 hm³, sin presentar déficit.

El Municipio de Tecate se integra por las siguientes subcuencas hidrográficas:

- Subcuenca Río Tijuana
- Subcuenca Arroyo Agua el Fierro
- Subcuenca Arroyo Agua Grande
- Subcuenca Laguna Salada

La zona de Ensenada, Baja California, se encuentra dentro de la Cuenca de los Ríos Tijuana y Maneadero, que pertenece a la Región Hidrológica No. 1 "Baja California Noroeste". El Municipio de playas de Rosarito también se encuentra en la Cuenca del Río Tijuana.

La cuenca hidrográfica Arroyo Agua Dulce-Santa Clara, que se encuentra en la parte este-central de Baja California, incluye la subcuenca de San Felipe.

La cuenca hidrológica de San Quintín está relacionada con el acuífero San Quintín que pertenece al Organismo de Cuenca I "Península de Baja California". San Felipe tiene un total de seis cuencas hidrológicas caracterizan al municipio desde el Río Colorado al norte hasta el Arroyo Calamajué al sur. A excepción de la Cuenca del Río Colorado, las otras cinco tienen origen en la cordillera peninsular. Cuatro de ellas escurren de las sierras hacia la costa, originando un total de seis acuíferos, cuatro costeros y dos continentales. Es destacable la influencia de la Sierra San Pedro Mártir, la zona con mayor precipitación del municipio, que forma dos de los acuíferos más importantes del territorio.

TABLA 7: SISTEMA HIDROLÓGICO DE TIJUANA		
UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	
Cuenca del Río Tijuana	Compartida con Estados Unidos. Abarca 4,465 km² y dos terceras partes de su superficie se ubican en territorio mexicano.	
Subcuencas	De 29 en total, 23 drenan al Río Tijuana y 6 al Océano Pacifico. Superficies variables, pendientes moderadas con alta erosión y velocidades de escurrimiento de moderado a alto. Precipitación promedio baja y litología dominante tipo sedimentario aluvial.	
Cuerpos de agua	Presa "El Carrizo". Suelo impermeable. Flora y fauna variables. Control de almacenamiento de agua para uso potable.	
	Presa "Abelardo L. Rodríguez". Dotación de agua potable para la ciudad. Suelo impermeable tipo nutridito. Calidad de paisaje con rasgos notorios y dominantes. Control de avenidas; protección a zonas habitadas en los valles inundables.	
Ríos	Río Tijuana. Canalizado 100% con concreto. Eje vial articulador de la ciudad. Principal zona comercial y de desarrollo urbano.	
	Arroyo Almar. Sin canalización. Zona de recarga acuífera. Flujo de agua permanente y escaso. Sin esquema de desarrollo definido.	
	Arroyo Las Palmas. Sin canalización. Recarga de mantos acuíferos. Aporte de agua a la Presa "Abelardo L. Rodríguez"	
	Arroyo Matanuco. Recarga de mantos acuíferos. Inicia canalización.	
	Arroyo El Florido. Recarga de mantos acuíferos. Sin canalización.	
Arroyos	Pendientes 5%-15%. Escurrimientos temporales no permanentes. La mayoría sin delimitación; obras de protección o canalización. Suelos aluviales. Invasión ilegal de cauces.	
Escurrimientos pluviales	Intermitentes. Alto efecto erosivo y de arrastre en época de lluvias.	

# CAJA DE HERRAMIENTAS 3

# Soluciones basadas en la naturaleza para el manejo de aguas pluviales y de inundaciones

Al presente no se cuenta con una definición de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) aceptada globalmente de forma multilateral. Sin embargo, una definición empleada comúnmente es la de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) de 2016, que las define como:

"Acciones para proteger, manejar sustentablemente y restaurar ecosistemas naturales o modificados que atienden retos sociales de forma efectiva y adaptativa, proveyendo bienestar humano y beneficios a la biodiversidad simultáneamente."

Por otro lado, SBN se considera como un término paraguas que puede englobar otros conceptos ya establecidos, 35 como: infraestructura verde, infraestructura híbrida, desarrollo de bajo impacto, sistemas urbanos de drenaje sostenible, diseño urbano sensible al agua, adaptación basada en ecosistemas, manejo basado en ecosistemas, entre otros.

Independientemente del término o concepto que se utiliza, lo fundamental a considerar es el emplear, imitar y/o incorporar a la naturaleza en el diseño y construcción de las ciudades y los sistemas de dotación de servicios.

La infraestructura verde (IV) es el conjunto de sistemas naturales o seminaturales que proveen servicios ambientales útiles para la gestión de los

recursos hídricos con beneficios equivalentes o similares a los de la infraestructura hídrica gris, que es la convencional o construida. La IV contribuye a la recarga de acuíferos, la conservación de suelos, la depuración de agua, la mitigación de avenidas y la adaptación al cambio climático. Propician la regulación del microclima, la preservación de la biodiversidad, la captura de carbono, la belleza paisajística y un aire más limpio. La Biblioteca de Recursos de Infraestructura Verde del Desierto de Sonora<sup>36</sup> es un recurso útil como eiemplo para implementar infraestructura verde en las comunidades fronterizas entre Estados Unidos y México. Fue desarrollado por American Rivers y otros socios clave con un enfoque particular en la implementación de infraestructura verde en condiciones desérticas.

El desarrollo de bajo impacto (DBI) se refiere a sistemas y prácticas que usan o imitan los procesos naturales que resultan en la retención, infiltración, evapotranspiración o el uso del agua pluvial siguiendo los patrones hidrológicos naturales mediante el uso del diseño del paisaje y del sitio para evitar que la mayor cantidad posible de agua de lluvia salga del sitio. Si pensamos en diseñar un sitio o paisaje urbano para canalizar las aguas pluviales de forma controlada, el enfoque de IV y DBI utiliza la infraestructura, vegetación natural, materiales porosos, jardines de lluvia y cuencas de detención para reducir y acumular el flujo en zonas específicas con el fin de fomentar la infiltración de las aguas pluviales.

<sup>[34]</sup> Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). Nature-based Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp.

<sup>[35]</sup> Browder, G., Ozment, S., Rehberger Bescos, I., Gartner, T., & Lange, G. M. (2019). Integrating green and gray: creating next generation infrastructure. World Bank and World Resources Institute.

<sup>[36]</sup> Biblioteca de Recursos de Infraestructura Verde del Desierto de Sonora,

https://www.americanrivers.org/resource/sonoran-desert-green-infrastructure-resource-library/

Algunos de los beneficios de la infraestructura verde y desarrollo de bajo impacto incluyen:

- Reducir los picos de inundaciones y tratar las aguas pluviales en el sitio, reduciendo la intensidad de las inundaciones aguas abajo disminuyendo las cargas contaminantes y reduciendo el riesgo de desbordamiento del alcantarillado.
- La mejora de la calidad del agua mediante la retención de contaminantes como aceites, bacterias, sedimentos, metales pesados, hidrocarburos y algunos nutrientes.
- Reducir la necesidad de riego exterior y paisajismo, ya que las plantas nativas que dependen únicamente de la lluvia natural pueden formar jardines y cuencas utilizadas para la IV.

- Permitir que las aguas pluviales se infiltren en la vegetación y en los suelos aumentando la recarga de aguas subterráneas.
- Brindar acceso a espacios verdes fomentando un estilo de vida activo y saludable a través del embellecimiento de los vecindarios.
- Plantar árboles y otros materiales vegetales también mitigan el calor al proporcionar sombra, secuestrar carbono, absorber la radiación del sol y propiciar la infiltración del agua en los suelos y acuíferos.
- Agregar vegetación natural a lo largo de las calles ayuda a calmar el tráfico.
- Reducción en los costos de reparación por eventos de inundación.
- Restauración de los ecosistemas acuáticos.
- Las técnicas de DBI pueden ser implementadas en cualquier etapa de desarrollo de infraestructura verde y urbana.

# TABLA 8: TÉCNICAS COMUNES DE DESARROLLO DE BAJO IMPACTO Y DE INFRAESTRUCTURA VERDE

APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN		
Cuencas de bioretención, aguas pluviales, cuencas de cosecha, y jardines de lluvia	Áreas de plantación de pequeña a gran escala que contienen arbustos, árboles y pastos diseñados para captar aguas pluviales.		
Drenajes sostenibles	Canales poco profundos y descubiertos que inducen meandros y se colocan dentro de un canal de drenaje.		
Aberturas y extensiones de bordillo	Entradas de drenaje que desvían las aguas pluviales hacia cuencas de bioretención. Las cuencas se pueden extender hasta el arcén para ampliar la capacidad de recolección con efectos adicionales para calmar el tráfico.		
Estanques de detención	Cuencas que proporcionan control de flujo mediante la recolección de escorrentía de aguas pluviales.		
Pavimento permeable, grava o adoquines	Métodos de pavimentación que permiten la infiltración y pueden usarse en áreas de tránsito bajo a moderado, como aceras y estacionamientos.		

# CAJA DE HERRAMIENTAS 4

# Políticas de fortalecimiento de agua limpia y saneamiento

El suministro de agua potable es una prioridad.
En las últimas décadas, la demografía y la infraestructura urbana han tenido un crecimiento acelerado obligando a las ciudades a reemplazar constantemente la vieja infraestructura de distribución por una nueva. Por otro lado, el crecimiento de las poblaciones urbanas de Baja California parece acercarse aceleradamente a los límites de la disponibilidad del agua. Ante esta situación en las últimas dos décadas, se ha impulsado la reestructuración institucional de los organismos operadores y se ha replanteado el contenido de la política hídrica en las ciudades.

En la actualidad existen programas Federales que tienen como objetivo disminuir la falta de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento que son factores relacionados con la pobreza, a través de fortalecer e incrementar la cobertura de esos servicios.

Algunos de los beneficios de las políticas de fortalecimiento de agua limpia y saneamiento incluyen:

- Acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.
- Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos: así como materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar e incrementando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

### **ESTRATEGIAS**

# Estrategias de infraestructura verde y de desarrollo de bajo impacto

- Trabajar con profesionales de transporte, ingeniería civil y arquitectura para actualizar los estándares de desarrollo de infraestructura. Cuando sea posible, se utilice el ancho mínimo de la calle y dirija la escorrentía desde el pavimento y los edificios hacia los canales revestidos de vegetación y parques de inundación.
- Diseñar todos los aspectos del paisajismo, desde la selección de plantas hasta la preparación del suelo y la instalación de sistemas de riego e infiltración para aumentar la recarga de los acuíferos, retener la escorrentía superficial y disminuir las inundaciones (medidas de mitigación).
- Mapear áreas de alto riesgo de inundaciones y aplicar enfoques IV y DBI para capturar agua.
- Preservar los espacios abiertos regionales agrupando el desarrollo de infraestructura, maximizando así las áreas sin pavimentar para la retención de aguas pluviales. Use superficies permeables para paisajes duros.

Estrategias de las políticas de fortalecimiento de agua limpia y saneamiento

- Fortalecer e incrementar la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento que prestan los organismos operadores en los municipios.
- Apoyar el fortalecimiento e incremento de los sistemas de agua potable y alcantarillado en centros de población mayores o iguales a 2,500 habitantes, mediante acciones de

- construcción, ampliación, rehabilitación; así como el apoyo de la sostenibilidad operativa y financiera de los organismos operadores, de los municipios de las entidades federativas.
- Apoyar la creación de infraestructura para abatir el rezago en la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en localidades rurales de las entidades federativas del país, mediante la construcción, mejoramiento y ampliación de infraestructura en localidades menores a 2,500 habitantes con la participación comunitaria organizada.
- Incrementar y fortalecer la capacidad instalada e incentivar el tratamiento de aguas residuales municipales en el estado con el propósito de apoyar en la prevención y/o control de la contaminación de los cuerpos de aguas y apoyar en el cumplimiento de la normatividad aplicable.
- Fomentar y apoyar el desarrollo de acciones para ampliar la cobertura de agua de calidad para el uso y consumo humano, para la desinfección y tratamiento de contaminantes específicos.

Estrategias para los estándares de protección de cuencas hidrográficas:

- Identificar en mapas todas las áreas sensibles, incluidos humedales, corredores en zonas riparias, zonas de infiltración, cuencas de suministro de agua, acuíferos y áreas propensas a desastres naturales, como áreas de inundaciones, sequías e incendios forestales.
- Normar la formulación, el diseño y la adopción de planes para la mitigación de incendios forestales, el manejo de cuencas hidrográficas, el manejo de aguas pluviales y el manejo de llanuras aluviales que designadas como áreas sensibles o en los objetivos de restauración

- y conservación conforme a los Planes de ordenamiento ecológico y territorial. Estos planes deben hacer referencia a otros planes para que las prioridades y los objetivos se basen entre sí y que el medio ambiente se considere de manera integral.
- Minimizar el desarrollo en áreas sensibles mediante zonas superpuestas que agrupen o limiten las densidades de desarrollo e incluyan estándares de diseño.
- Adoptar estándares de diseño y sitio de desarrollo para zonas de amortiguamiento y retrocesos de arroyos para proteger la calidad del agua y las áreas de aguas subterráneas poco profundas.
- Adoptar estándares de protección de la vegetación que minimicen la perturbación de la vegetación dentro de las zonas riparias.
- Adoptar estándares de gestión de aguas pluviales y diseño de sitios que utilicen las mejores prácticas para un diseño de bajo impacto, reduciendo la escorrentía de tormentas y aumentando la infiltración de agua.
- Adoptar estándares de mitigación de la erosión del suelo a nivel de sitio para nuevos proyectos de desarrollo para reducir la sedimentación y la escorrentía, y proteger la calidad del agua de la alteración del suelo.
- Proteger las fuentes existentes y potenciales de suministro de agua potable mediante la adopción de distritos de aguas superficiales y/o subterráneas con estándares para minimizar la contaminación de arroyos y acuíferos poco profundos.
- Organizar y fomentar esfuerzos de colaboración regional para restaurar las funciones de las cuencas a través de proyectos de restauración de cuencas hidrográficas.





# PLAN DE GESTIÓN DE CLOUDBURST DE COPENHAGUE

Aplica: Municipio

La Ciudad de Copenhague, Dinamarca tiene un territorio de 88 km² en el cual habitan 600,000 habitantes, su clima es oceánico y debido a los cambios climáticos cada vez presenta con mayor frecuencia lluvias torrenciales que causan graves inundaciones. Debido a los graves problemas que ocurren en la ciudad por este motivo y a fin de reducir su vulnerabilidad se elaboró en el 2012 el Plan de Gestión de Cloudburst de Copenhague cuyo objetivo principal es reducir el impacto de las inundaciones provocadas por las lluvias torrenciales.

El plan completo tiene como tiempo de desarrollo 20 años y considera un total de 300 proyectos que se realizan de acuerdo con un proceso de priorización, iniciando con aquellos que se planearon en las zonas de mayor riesgo, aquellos que son de fácil ejecución o aquellos que se relacionan con otros procesos en curso. La inversión está a cargo de la ciudad de Copenhague, la Compañía de Servicios Públicos del Gran Copenhague es decir autoridad local e iniciativa privada como los propietarios de terrenos; también hay participación en los procesos de investigación y planeación por parte de investigadores universitarios.

El plan maestro se compone de 2 elementos, el plan Maestro gris y plan azul-verde; el primero consiste en un incremento en el diámetro de las tuberías de alcantarillado para canalizar el agua de las inundaciones hacia el puerto, mientras que el segundo se basa en almacenar o drenar el exceso de agua a nivel del suelo mediante la creación de lagos, espacios verdes o canales.

# SECCIÓN 5

# PROGRAMAS PARA EL USO EFICIENTE DE AGUA

La estructuración de tarifas, los programas de modernización y la educación del consumidor permiten oportunidades de conservación y eficiencia del agua para el desarrollo existente.





# PERSPECTIVA

Establecer los requisitos de la conservación, la eficiencia y la reutilización del agua en nuevos desarrollos permite que una comunidad crezca de forma inteligente desde el principio.

Los programas que incentivan o ayudan a los consumidores a reducir la demanda de agua desempeñan un papel importante en la modernización del desarrollo existente y la promoción de un enfoque continuo en el uso inteligente del agua.

Incentivar el uso de electrodomésticos de alta eficiencia con ahorro de agua. Establecer mecanismos de compensación por instalación de sistemas de ahorro de agua en el hogar y en la industria. Monitorear y elaborar reportes estadísticos de resultados.

# **OBJETIVOS**

- Concientizar sobre la importancia de la reestructuración de tarifas de agua.
- Establecer mecanismos de compensación que fomenten el ahorro de agua.

# CAJA DE HERRAMIENTAS 1

# Estructuración de las tasas tarifarias del cobro del aqua basadas en la demanda

Las tarifas de agua se comprenden por cargos fijos, cargos variables por concepto de abastecimiento de agua y cargos variables por concepto de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. Se establecen por el organismo operador tomando en cuenta los costos de extracción, conducción, tratamiento y distribución, así como los costos de mantenimiento, administración y cobranza. Es importante implementar una tarifa que permita acceso a la población que a su vez no incentive el desperdicio del recurso.

Sin embargo, el esquema tarifario por prestación de servicios varía por municipio. Un factor principal que se contabiliza en los esquemas es el tipo de usuario (doméstico, comercial, industrial) y el volumen consumido por el usuario, lo cual se le llama esquema tarifario por bloque de consumo. Sin embargo, los dos tipos de estructuras tarifarias predominantes son los de la tarifa fija y la tarifa variable.

Algunas metas para adoptar la conservación del agua a través de la estructura tarifaria se podrían establecer mediante la reducción del uso máximo diario y la reducción de la demanda total. Opciones de estructuración tarifaria para mitigar la demanda del

### agua pueden incluir:

- Precios de demanda por sequía: Las tarifas son más altas durante los períodos de sequía.
- Interior/Exterior: Con medidores separados,
   las tarifas para uso en interiores son más bajas
   que las tarifas para uso en exteriores.
- Sanciones: A los clientes se les cobra por exceder los límites permitidos de uso de agua.
- Precios estacionales: las tarifas del agua son más altas durante la temporada con mayor demanda.
- Hora de uso: las tarifas del agua son más altas durante los días pico u horas específicas de la semana.
- Balance de agua: la tarifa en bloque se define para cada cliente individual en función de las proyecciones/expectativas de eficiencia para ese cliente.

# **CAJA DE HERRAMIENTAS 2**

### Programas de reembolso por conservación

Los programas de incentivos pueden ser una forma útil de reducir la demanda actual de agua para usuarios de agua tanto residenciales como comerciales. Pueden servir como una forma complementaria de involucrar a los residentes actuales y los desarrollos posteriores a la ocupación en la implementación de características de diseño y construcción inteligentes en materia de agua. Ofrecer reembolsos a propietarios de viviendas y empresas para eliminar el césped y modernizar accesorios de plomería inteligentes es una herramienta probada que genera ahorros significativos de agua.

Los programas de incentivos o reembolso por la conservación son un concepto nuevo en México que aún no se han explorado completamente. En la Agenda de Agua 2030 se creó la línea de estrategia de establecer incentivos para que los distintos actores y usuarios del agua ajusten su conducta a las exigencias de la sustentabilidad. Asimismo, se creó una acción para modificar la Ley Federal de Derechos para incrementar los incentivos económicos a las industrias no contaminantes, mediante precios (derechos) de agua más bajos y subsidios vía reconocimiento parcial o total de los impuestos ante la sustitución de procesos contaminantes.

En gran medida dentro del ámbito de los proveedores de agua, los programas de incentivos y las estructuras de tarifas pueden promover una demanda eficiente de agua mediante:

- · Precios para incentivar la conservación del agua
- Ayuda a los consumidores a invertir y administrar instalaciones, electrodomésticos e irrigación eficientes
- Monitoreo y comunicación de datos sobre el uso del agua a los consumidores

# CAJA DE HERRAMIENTAS 3

# Medición de agua, auditorías y detección de fugas

La medición del agua es un método para contabilizar el consumo de agua; en México, por lo general las mediciones se toman manualmente por un trabajador del organismo operador del agua de la localidad, las cuales son realizadas mensualmente. A través de la medición inteligente, se obtienen

datos más precisos y un proceso de medición más ágil. La medición y las auditorías e interpretación correspondientes pueden identificar oportunidades para modificar los comportamientos de consumo de agua. También pueden detectar fugas en el sistema y señalar cuándo son necesarias actualizaciones de infraestructura para mitigar la pérdida de agua.

La medición de fugas de agua es de alta importancia debido a que en ciudades mexicanas el 30% a 50% del agua se pierde en la red de distribución o por medición incorrecta. La causa principal es la infraestructura deteriorada como roturas en tuberías y defectos en accesorios. La detección oportuna, el mantenimiento de la infraestructura hidráulica y la medición correcta de agua es primordial para la conservación y el uso eficiente de agua, especialmente cuando se trata de las ciudades fronterizas donde es común enfrentarse a sequías e incertidumbre hídrica.

Es posible que los clientes de agua, incluidos los usuarios comerciales, industriales y residenciales, no sepan que las fugas de agua y los accesorios ineficientes pueden estar aumentando innecesariamente su uso de agua. Si bien los proveedores de agua pueden realizar sus propias auditorías de pérdida de agua en todo el sistema, también pueden apoyar e incentivar a los usuarios a tomar las medidas necesarias para reducir sus consumos y utilizar el recurso más responsablemente.

# CAJA DE HERRAMIENTAS 4

# Programas continuos de educación del uso del agua

Existen muchas maneras para que los planificadores y proveedores de agua lleguen a los consumidores con mensajes de conservación. Existen programas alrededor de la república como el Programa Anual de Comunicación Social del OOMAPAS Nogales y el Programa Estatal de Fomento al Cuidado del Agua de Baja California en donde se tienen varios objetivos y actividades con el fin de difundir y concientizar a la población sobre el uso y cuidado del agua. Algunas actividades que se han planteado en este tipo de programas son:

- Elaboración de boletines, infográficos
   (efemérides, educativos de cultura del agua,
   programas del área comercial, entre otros),
   trípticos, videos y fotografías para las redes
   sociales.
- Difusión en los programas y eventos del Departamento de Cultura del Agua apoyando con charlas en las instituciones educativas.
- Fomentar el uso racional del agua a través del esfuerzo y el compromiso de las entidades públicas y privadas para consolidar de manera integral una cultura social e institucional de cuidado de este recurso.
- Implementar, por conducto del Sistema Educativo Estatal tanto en su dimensión pública como privada, los programas educativos la materia del cuidado, uso racional y responsable del agua.
- Difundir los beneficios y costos socioeconómicos y ambientales que puede llevar consigo el uso racional y el cuidado del agua.

Los estudios muestran que las técnicas de mensajería que promueven una sensación de control ofrecen incentivos sociales, brindan recompensas inmediatas y están enmarcadas de manera positiva son más efectivas para cambiar el comportamiento.

# **ESTRATEGIAS**

# Estrategias para las estructuras tarifarias de tasas de conservación

- Realizar una evaluación de tarifas para determinar opciones para la estructuración de costos.
- Desarrollar un plan de estructuración de tarifas y llevar a cabo educación y extensión comunitaria para minimizar la oposición a posibles aumentos de tarifas.
- Adoptar una estrategia de estructuración de tasas de conservación.

# Estrategias para la conservación de programas de reembolso

- Ofrecer reembolsos a los residentes por la instalación de accesorios de plomería de bajo flujo, como inodoros y cabezales de ducha, electrodomésticos como lavadoras de alta eficiencia y monitores de agua domésticos "inteligentes" para reducir el uso de agua en interiores.
- Ofrecer reembolsos a residentes y clientes comerciales por controladores de riego "inteligentes", paisajismo xérico y eliminación de césped para reducir el uso de agua en exteriores.

 Utilizar reembolsos o recursos económicos otorgados por el gobierno para incentivar a propietarios a instalar sistemas y controladores de riego eficientes en el uso del agua.

### Estrategias para medición de agua, auditorías y detección de fugas

- Implementar medidores inteligentes a todas las ciudades para obtener datos precisos.
- Implementar equipos de detección de fugas, como medidores especializados conectados temporalmente al medidor principal, en escenarios donde la baja capacidad del personal limita las visitas al sitio.
- Ofrecer auditorías que recomienden programas de riego, mejoras de infraestructura y plantas tolerantes a la sequía.
- Ofrecer auditorías sin costo para los clientes o combinarlas con un incentivo, como un accesorio gratuito.
- Fomentar la participación proporcionando resultados de auditorías hídricas de edificios públicos como ejemplos que demuestran resultados potenciales de ahorro de agua.
- Utilizar el análisis agregado de los resultados de la auditoría para identificar cambios de código y políticas.
- Actualizar los códigos para permitir que las personas instalen dispositivos de medición comprados de forma privada en el medidor de servicios públicos y proporcione orientación sobre cómo fijarlos de manera que evite perturbar las operaciones de los servicios públicos.

#### Estrategias para mensajes convincentes

- Ayude a los usuarios de agua a sentir que tiene control o influencia. Proporcione actos o decisiones tangibles que puedan tomar para "mover la aguja" hacia una meta.
- Las personas generalmente quieren ser iguales o mejores que sus pares. Ofrezca comparaciones o comparta cifras altas de cumplimiento (por ejemplo, "Nueve de cada diez residentes siguen estas mejores prácticas de riego para ahorrar agua").
- Las recompensas a corto plazo hacen que la gente se sienta bien. Esta estructura de recompensa puede incluso motivar cambios de comportamiento relacionados con objetivos o resultados a largo plazo que no son visibles de inmediato. La recompensa puede ser externa o intrínseca.
- Es más probable que las personas crean y actúen basándose en información positiva que en información negativa. Entonces, cuando se le dé la oportunidad de describir una tendencia, observe el progreso hacia las metas.

### CASO DE ESTUDIO

### ESQUEMA TARIFARIO POR BLOQUE DE CONSUMO EN NOGALES, SONORA

La ciudad de Nogales, Sonora tiene un esquema tarifario que se basa en el consumo por bloque. Al rebasar el consumo base de agua (m³), el precio por metro cúbico de agua aumenta. Esto aplica para el consumo doméstico, industrial y comercial a diferentes costos como se puede observar en la siguiente tabla.

Cada bloque muestra el precio por metro cúbico dependiendo del tipo de usuario. Los costos de agua son más altos para el uso comercial e industrial.

Los esquemas tarifarios tienen como función manejar la demanda de agua por los organismos operadores y recaudar fondos para el mantenimiento y construcción de nueva infraestructura. La tarifa por bloque se aplica en la mayoría de México con la intención de incentivar a los usuarios a conservar agua al pagar tarifas más bajas. Sin embargo, la población de escasos recursos puede ser el grupo más afectado por los cambios de tarifas mientras la población de mayores ingresos no percibe los cambios.

TABLA 9: RANGOS TARIFARIOS PARA CONSUMO DE AGUA EN
LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA

RANGO DE CONSUMO (M³)	DOMÉSTICO (\$/M³)	RANGO DE CONSUMO (M³)	COMERCIAL (\$/M³)	RANGO DE CONSUMO (M³)	INDUSTRIAL (\$/M³)
0 - 25	8.81	0 - 15	22.17	0 - 30	22.17
26 - 30	8.81	16 - 30	22.17	31 - 50	25.60
31 - 50	9.19	31 - 50	25.02	51 - 75	29.45
51 - 75	14.73	51 - 75	29.45	76 - 100	35.32
76 - 100	17.66	76 - 100	35.32	101 - 200	44.15
101 - 200	22.08	101 - 200	44.15	201 - 500	51.77
201 - 500	22.10	201 - 500	51.77	501 en adelante	61.07
501 en adelante	28.80	501 en adelante	61.07		

### CASO DE ESTUDIO

### ESQUEMA TARIFARIO POR BLOQUE DE CONSUMO EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

En la Ciudad de Mexicali, Baja California de manera similar a la Ciudad de Nogales, también se maneja un esquema tarifario que se basa en el consumo por bloque. En la tabla 9 se indican los rangos de consumo y tarifas publicadas en la página de la CESPM en noviembre de 2024. Estos valores se aplican únicamente al consumo domiciliario.

Para calcular el costo de consumos se parte de la tarifa acumulada de acuerdo con el rango que corresponda y se multiplica el costo por cada m³ adicional, generando el costo total. Las tarifas para uso no domiciliario se incluyeron en la tabla 10 y el procedimiento de cálculo es el mismo.

El manejo de rangos tarifarios limita el consumo indiscriminado y además asegura el mantenimiento de la infraestructura existente.

### TABLA 10: RANGOS TARIFARIOS PARA CONSUMO DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

RANGO INICIAL (M³)	RANGO FINAL (\$/M³)	TARIFA ACUMULADA	COSTO ADICIONAL POR (M³)
0	5	\$91.99	\$0.00
6	10	\$91.99	\$6.01
11	15	\$122.04	\$8.08
16	20	\$162.44	\$12.87
21	25	\$226.79	\$12.87
26	30	\$291.14	\$13.37
31	40	\$357.99	\$16.39
41	50	\$521.89	\$26.55
51	60	\$787.39	\$32.80
61	150	\$1,115.39	\$47.44
151	300	\$5,384.99	\$47.44
301	9,999,999	\$12,500.99	\$47.44

### CASO DE ESTUDIO, CONT.

### TABLA 10: RANGOS TARIFARIOS PARA CONSUMO DE AGUA DE USO NO DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

RANGO INICIAL (M³)	RANGO FINAL (\$/M³)	TARIFA ACUMULADA	COSTO ADICIONAL POR (M³)
0	5	\$586.88	\$0.00
6	10	\$586.88	\$103.75
11	15	\$1,105.63	\$103.75
16	20	\$1,624.38	\$103.75
21	30	\$2,143.13	\$103.75
31	40	\$3,180.63	\$103.75
41	50	\$4,218.13	\$121.77
51	60	\$5,435.83	\$121.77
61	100	\$6,653.53	\$121.77
101	500	\$11,524.33	\$126.13
501	10,000	\$61,976.33	\$126.13
10,001	9,999,999	\$1,260,211.33	\$147.88

#### Programa de monitoreo inteligente del agua en León, Guanajuato

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL) en Guanajuato ha sido el primer organismo operador de la república en establecer un programa de medición inteligente del agua. SAPAL incorporó medidores a distancia, válvulas de control remoto y otras tecnologías que se operan desde su centro de monitoreo y control. Estos cambios han logrado que León registre una eficiencia física de 70%, lo cual significa una pérdida de agua del 30% por causas de fugas o robo.

El uso de monitoreo con telemetría y software especial ha logrado la operación de la infraestructura y conocer las variables de su operación desde el centro de SAPAL. Es decir, el estado (de motores, pozos y válvulas) y la operación (de pozos, bombas, fugas) se pueden conocer y controlar desde el centro operativo de SAPAL sin la necesidad de realizar visitas de campo.

En la actualidad, otros organismos operadores, como la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Juárez (JMAS) en Chihuahua, está realizando inversiones de 400 millones de pesos para la instalación de 60 mil medidores inteligentes del agua. Los aparatos de alta tecnología han sido dirigidos para sectores industriales, comerciales y domésticos.

### Comisión Estatal de Servicios Públicos del Municipio de Mexicali y las Águilas de Mexicali

El área de Cultura de Agua de la CESPM se ha asociado con el equipo de béisbol de Águilas de Mexicali para promover la cultura del agua con sus ciudadanos. Ambos están comprometidos a extender su alcance a través de visitas a centros educativos, plazas públicas y eventos deportivos. Esta colaboración es un paso hacia la educación de la

conservación del agua de la próxima generación.

Las Águilas de Mexicali y la CESPM realizaron actividades en el estadio donde los participantes jugaron y obtuvieron souvenirs por la mascota Goti. La meta es educar a la ciudadanía por medio de entretenimiento.

La CESPM tiene como objetivo fomentar la cultura del agua mediante programas que concienticen a la juventud mexicalense. Durante las visitas con los ciudadanos, los niños aprenden sobre la importancia del agua y el esfuerzo de la comisión para brindar el recurso a la comunidad.

Otras actividades realizadas por la CESPM para promover el uso responsable del agua incluyen:

- Funciones de teatro en secundarias
- Cursos a directores de preescolar
- Recorrido educativo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Las Arenitas
- Participación en festivales ambientales

### ANEXO 1

#### **FNTRFVISTAS A FXPFRTOS**

Ing. Jose Roman, ex-funcionario de la CEABC y actual consultor en temas de agua en el estado

¿Quién es el dueño del agua en el estado de Baja California?

La LAN que es máximo ordenamiento en materia de administración y uso del agua a nivel federal establece que la administración de las aguas nacionales recae en el ejecutivo federal ejerciendo esa función a través de la CONAGUA que es el órgano desconcentrado de la SEMARNAT gestionando el agua y sus bienes públicos inherentes. Los bienes públicos inherentes son aquellas zonas federales que contienen los cauces de propiedad nacional como los ríos, arroyos, lagos, lagunas; así como los cuerpos que sirven como reservorios y receptores de las aguas residuales.

También consideramos el mar, drenes que sirven como cuerpos receptores de propiedad nacional. En concreto la administración de las aguas nacionales y sus bienes públicos le compete a la CONAGUA.

### ¿Quién es el responsable de administrar el agua en Baja California?

El artículo 20 de la LAN establece que el aprovechamiento, uso o explotación de las aguas nacionales debe realizarse mediante concesión que puede ser otorgada directamente por la CONAGUA en su nivel central o por los organismos de cuenca y sus direcciones locales. Los organismos de cuenca son 13 regiones en que se ha dividido el país administrativamente obedeciendo a la situación hidrológica del país, se llaman regiones hidrológico-administrativas. Un ejemplo se denomina "Organismo de cuenca hidrológico-administrativa de Baja

California" que es de nivel regional y comprende los estados de Baja California, Baja California Sur y la porción de San Luis Río Colorado. Hay 13 entidades como esta, que son organismos regionales que administran el agua como apoyo a nivel central. También hay direcciones locales en cada estado, en Baja California no hay dirección local porque aquí se encuentra el Organismo de Cuenca regional, pero en Baja California Sur si hay Dirección local de la Comisión Nacional del Agua. Esta división se realiza de acuerdo con los límites de las cuencas hidrológicas. Los organismos de cuenca le otorgan concesiones para utilizar las aguas nacionales. En Mexicali hay un distrito de riego, el 014 San Luis Río Colorado y Sonora al cual pertenece todo el Valle de Mexicali y una parte de San Luis Río Colorado, este distrito de riego lo administra CONAGUA, existiendo 22 unidades con asociaciones civiles de usuarios conocidas como módulos de riego, teniendo la concesión de usuarios emitida por CONAGUA para aprovechar el recurso cubriendo las demandas de su módulo, se les entrega el agua en su toma granja.

En Baja California existe en Tratado Internacional de Límites y Aguas que considera la entrega de agua a México por el Río Colorado de 1,850 millones de m³/año, estos volúmenes pasan primero a la red principal por la derivadora Morelos, después pasa a la red principal de canales o a la obra de cabeza que es operada por CONAGUA y después cae en tres canales principales cuya distribución está a cargo de la Sociedad de Responsabilidad Limitada (SDRL) que recibe el agua en bloque de la CONAGUA y se encarga de suministrar el agua a los 22 módulos de riego. Cada uno tiene una cantidad asignada de agua

superficial, pero también de agua subterránea. En el acuífero Valle de Mexicali hay 500 pozos que son administrados por la SDRL.

Las ciudades también tienen concesiones para uso público urbano. En la Mesa Arenosa de San Luis existe una batería de pozos que es la fuente que abastece a la ciudad en la franja fronteriza. Mexicali tiene un título de 82 millones de m³ de agua del acuífero. Existe un acuerdo de intercambio con los módulos de riego de San Luis que son más cercanos a la Mesa Arenosa, ellos toman agua subterránea e intercambian agua superficial con Mexicali. Tijuana también tiene una concesión de 80 millones de m³ de agua del acuífero, que se llevan a través del acueducto a esta ciudad.

En el Valle de Mexicali también hay pozos particulares a los que CONAGUA les ha dado su título de concesión a nivel individual, son aproximadamente 200 pozos particulares, en ocasiones son grupos de usuarios, se otorgaron esas concesiones hace casi 25 años. En otros municipios como Ensenada, San Quintín también hay concesiones de pozos. También hay aprovechamientos de agua superficial por escurrimientos de arroyos a los cuales CONAGUA también otorga esas concesiones. Tijuana también tiene pozos concesionados.

Actualmente Tijuana tiene una alta demanda de agua, lo que hace es adquirir derechos por parte de agricultores que no siembran, esto se hace a través de un banco que maneja los volúmenes de agua y le renta esa agua a la CESPT para meterlo a través del acueducto e incrementar el volumen de agua sumado a lo que ya tiene en su concesión.

El intercambio de concesiones no está en la LAN, sin embargo, al estar en un distrito de riego se hace por los propios usuarios con apoyo de un comité hidráulico que regula estas situaciones. El comité es presidido por el jefe de distrito de riego de CONAGUA e intervienen también los usuarios, por lo cual si es vigilado.

### ¿Cuáles son las prioridades para el suministro de agua en Baja California?

Hay una relación de usos en la LAN, el uso público urbano es el que tiene prioridad, principalmente el uso doméstico.

#### ¿Hay suficiente agua en Baja California?

Se han reportado problemas de sequía en el Río Colorado, por eso, se han tomado ciertas medidas por la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) que es un organismo binacional, que lleva a cabo las gestiones del lado de Estados Unidos, todo se hace a través de acuerdos por medio de los cuales se dejan establecidas las medidas para contrarrestar la seguía. A través de estos acuerdos se ha reducido temporalmente la cantidad de agua que se debía entregar a México, esto hasta que se mejoren las condiciones de la Presa Hoover y el Lago Mead. La reducción del volumen de entrega de agua para este año es del 15%, para el 2026 será el 26%. La CILA también gestiona con el lado americano la posibilidad de proyectos de inversión aplicables al Valle de Mexicali y al Valle de San Luis para invertir en infraestructura y tecnificación encaminada al ahorro de agua que ayudaría a sobrellevar las reducciones. El revestir un canal evita pérdidas.

### ¿Considera que se está utilizando el agua de manera eficiente en Baja California? ¿Por qué?

En el Valle de Mexicali y San Luis se sigue regando a gravedad, llegando el agua a los canales y de ahí se riega por inundación, se pierde mucho en la filtración y en evaporación por las altas temperaturas de la zona.

### ¿Cuáles son los retos principales para la administración eficiente del agua en Baja California?

- Modernizar la infraestructura, sobre todo para tecnificar y reducir consumos de agua
- Considerar el reúso de agua
- Reglamentar la reutilización y ahorro de agua en la industria
- Invertir en las plantas de tratamiento existentes para mejorar la calidad del agua y en la creación de nuevas

### ¿Cuáles estrategias consideras importantes para hacer un uso más inteligente del agua en Baja California?

Si se tecnifica el riego habría un ahorro considerable en el volumen de agua utilizado. Es importante invertirle a la red de canales secundarios donde pueden ahorrarse volúmenes mayores de agua, si se revisten o entuban esos canales secundarios o terciarios el ahorro sería considerable. A nivel parcelario es necesaria la tecnificación. También en la nivelación y en el drenaje subterráneo. Otra estrategia es el riego tecnificado.

En el sector urbano es importante hacer conciencia en la población desde actividades como el baño, la limpieza del hogar, el riego de plantas, lavado de banquetas, reparación de fugas. En la Ley de Aguas Nacionales si está tipificado el desperdicio de agua y establece sanciones, sin embargo, es difícil dar obligatoriedad a estrategias de ahorro, sin embargo, si pudiera haber programas de incentivos. En el caso agrícola hay otros incentivos como la reducción del costo en la energía eléctrica si el riego se hace de noche.

Es necesario considerar también el reúso de agua por ejemplo la de los drenajes que van a Río Nuevo o al Río Hardy que, si lo aprovechan otros usos, hay gente que levanta agua, que es levantar agua de riego agrícola que no está muy contaminada especialmente de pesticidas o agroquímicos, se levanta de drenes para riego de zacates o hacen mezcla de agua para uso en otros cultivos.

La industria debe tener plantas de tratamiento de agua que deben regularse a través de la ley y establecer sanciones, modificar tarifas, de tal manera que se obligue al ahorro y reciclado de agua. Se puede utilizar para riego de áreas verdes para evitar el uso de agua blanca en este sentido.

Aprovechar el agua residual que se está tratando en la Planta de la Colonia Zaragoza y en la Planta las Arenitas, la calidad de agua que aportan estas plantas la está tratando de mejorar la CESPM para aprovecharla en la agricultura o en la industria. Actualmente las termoeléctricas están utilizando el agua de la Zaragoza, las termoeléctricas tienen su propia planta de tratamiento y dejan en agua en condiciones adecuadas para su uso, la utilizan en sus sistemas de enfriamiento y algunos usos internos, de tal manera que no utiliza agua de primer uso.

#### Comentarios finales

- Es necesario invertir en la tecnificación y en la conducción del agua de riego, también en el uso del agua por los usuarios, son inversiones altas, pero a la larga reditúan de manera importante en el ahorro que puede paliar el déficit progresivo que tendremos de agua.
- Hay que invertir en el reciclado de agua, fomentarlo en el sector industrial y también buscar la mejora en la calidad de las 2 plantas de tratamiento existentes.

#### Ing. Noe Baltazar, Consultor y proyectista de infraestructuras para proyectos urbanos en Mexicali

En el desarrollo de proyectos urbanos, ¿cuál es el proceso para solicitar el suministro de agua potable? ¿Cuáles son las diferencias en Zona Valle que en Zona Costa? ¿Y en zona urbana y zona rural?

El inicio de la gestión para el suministro de agua se hace ante la CESPM (para el caso del municipio de Mexicali). Lo primero que solicita la CESPM al promotor y desarrollador son los derechos de riesgo de la parcela que va a desarrollar. Los derechos de riego son asignados por la CONAGUA a través del módulo de riego correspondiente (en Mexicali es el Distrito de Riego No. 14) y se asigna 10,000 m3 por cada hectárea, derechos que al momento de hacer la gestión ante la CESPM cada desarrollador debe entregarlos sin costo a la dependencia para poder tener factibilidad del servicio; además la CESPM solicitara la infraestructura necesaria al desarrollador para que este pueda conectar el proyecto a las redes existentes de agua potable y drenaje.

No hay una relación entre los volúmenes que otorga el desarrollador a la CESPM y el volumen de agua que va a demandar el proyecto, y no existe reglamentación que imponga al desarrollador la entrega de derechos de riesgo en volúmenes tales que sustenten la demanda futura del proyecto, lo cual, desde el punto de vista de sustentabilidad del recurso hídrico tendrá un efecto negativo a mediano plazo ya que nos nuevos desarrollos verticales cada vez estarán demandando más agua.

En las zonas donde no existen redes de agua administradas por las Comisiones de Servicios Públicos, la gestión para el agua debe hacerse directamente a la CONAGUA, a fin de poder explotar agua del subsuelo a través de pozos o de otras fuentes superficiales.

### ¿Cómo se estiman las demandas de agua potable en cada proyecto?

Las demandas de agua para los proyectos se calculan con base en las Normas Técnicas para Proyectos de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del Gobierno del Estado y las Normas propias de la CESPM.

### ¿Existe legislación o normatividad que obligue a los proyectos urbanos a reducir la demanda de agua, estrategias de reúso?

No hay normatividad que obligue a los desarrolladores o usuarios a implementar acciones o usos para reducir el consumo de agua o el reuso. En ese sentido, una de las acciones básicas que la CESPM podría hacer para generar ahorros es disminuir la presión del suministro de agua domiciliaria, ya que de esa forma habría menores consumos debido a que literalmente se reduciría el suministro a los hogares y por consiguiente se reduciría el consumo.

Otra acción que la CESPM debería implementar es un programa constante de reposición de tuberías ya que una buena parte de la tubería de la red de la ciudad de Mexicali ya ha caducado y por consiguiente son muy frecuentes las fugas de agua, y muchas de ellas no se perciben en la superficie.

### ¿Hay iniciativas de uso más eficiente del agua en los proyectos en los que ha participado?

A nivel gubernamental se han implementado proyectos como la Red Morada de reúso de agua, desafortunadamente no se ha extendido el uso de dicha agua y solo cubre una pequeña parte de riego en camellones de la ciudad de Mexicali.

Los Termoeléctricas que se instalaron en la zona de La Rosita al poniente de la ciudad utilizan agua de reúso para el enfriamiento de sus equipo, para lo cual instalaron una planta de tratamiento secundario adosada a las lagunas de oxidación de la Planta de Tratamiento de la colonia Zaragoza operada por la CESPM, esto permitió que parte de las lagunas de oxidación se hayan desocupado.

Otra acción importante que realizó la CESPM fue la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Las Arenitas", lugar donde aprovechando el agua tratada se ha generado un humedal que fomento un nuevo ecosistema lacustre.

Algunas cadenas de supermercados reutilizan sus aguas grises para riego y también construyen reservorios de agua de lluvia para solucionar la falta de redes en la ciudad. Algunas industrias también están empezando a incluir en sus proyectos pequeñas plantas para el reúso de agua.

Sin embargo, las acciones de desarrolladores privados son voluntarias y no hay obligatoriedad por parte de los gobiernos para hacer un mejor uso del agua.

¿Cuáles serían las oportunidades que identifica para hacer un uso más inteligente del agua en los proyectos urbanos? ¿Cuáles criterios pueden implementarse para un manejo más eficiente del agua?

- Reposición permanente de tuberías caducas
- Reducción de la presión en zonas de la ciudad
- Extender la red de agua de reúso
- Generar reglamentación para que los derechos de agua que se otorguen para cada proyecto sean correspondientes a la demanda que van a generar
- Generar reglamentación para que los desarrollos hagan un uso más eficiente del agua, especialmente para la industria "húmeda"
- Vincular los procesos de planeación de usos de suelo con los del agua, consolidando la Dirección de Planeación de la CESPM, para hacer compatibles las estrategias de crecimiento urbano con la demanda y oferta del agua
- Elevar el costo del agua domiciliario

### **ANEXO 2**

# CUESTIONARIO APLICADO EN TALLER GROWING WATER SMART DE MEXICALI-CALEXICO

Los días 19 y 20 de noviembre se llevó a cabo el taller GWS Mexicali-Calexico en la Ciudad de Mexicali, durante el taller se les solicitó a los participantes contestar un cuestionario. A continuación, se presenta el listado de preguntas y el concentrado de las respuestas obtenidas. Al final se incluyen algunas observaciones.

### Desde su perspectiva ¿Qué elementos considera que debe contener la Guía GWS para Baja California?

- Acciones claras indicando los periodos y los responsables de su ejecución.
- Estado actual de las condiciones del recurso hídrico.
- · Visión futura y cómo lograrla.
- Establecer los mecanismos de participación comunitaria.
- Ejemplos con casos de estudio en México.
- Recomendaciones del uso eficiente del agua domiciliaria con sugerencias en el uso de electrodomésticos de alta eficiencia y ahorro de agua.
- Reutilización del agua de lluvia.
- Inclusión de áreas agrícolas e indicar recomendaciones para el ahorro de agua.

En el contexto de la planeación urbana orientada a la protección del agua ¿Qué bases de datos o información considere necesaria para producirse de manera periódica y de libre acceso en plataformas digitales?

En general se indica la necesidad de información actualizada que se encuentre disponible en plataformas digitales de libre acceso. Las bases de datos solicitadas son las siguientes:

- Infraestructura de agua potable
- Red de agua potable
- Red de alcantarillado
- Usos de suelo
- Archivo de Catastro
- · Red agrícola
- Puntos de mayor daño y zonas de pérdidas de agua.

### ¿Cuáles considera que son los puntos débiles en el ahorro de agua en Baja California?

- La falta de coordinación entre dependencias y organismos operadores de agua.
- La poca participación ciudadana y la baja cultura ambiental.
- Falta de información actualizada.
- Deficiente cultura del ahorro del agua a nivel industrial.
- Legislación no actualizada en relación con el uso del recurso hídrico.
- Poca reutilización del agua.
- No se recolecta agua de lluvia.
- · Regular Sistemas de riego agrícola.

## ¿Qué medidas o estrategias a corto y mediano plazo propone para la protección del recurso hídrico en el estado?

#### Corto plazo

- Implementar campañas de concientización y participación comunitaria.
- > Establecer medidas de acción y mitigación.
- Estrategias para optimizar el agua en la agricultura.

#### Mediano plazo

Diagnósticos hídricos.

#### Largo plazo

Actualización de reglamentación hídrica.

En las respuestas obtenidas se observan sugerencias para ser incluidas en la guía, las cuales fueron tomadas en cuenta y se incorporaron en el documento. Algunas de las sugerencias corresponden a planeaciones estratégicas que aun cuando se encuentran fuera de los alcances de esta guía, son importantes para ser consideradas por las autoridades como temas prioritarios.

Por otra parte, se sugiere tomar en cuenta el uso agrícola del recurso hídrico y se reconoce la importancia de su uso eficiente, sin embargo, la presente guía se enfoca únicamente al uso del agua en el ámbito urbano.







SONORANINSTITUTE.ORG

INSTITUTE