

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



Informe

Anual 2019

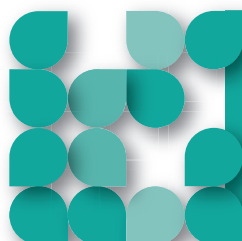


MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



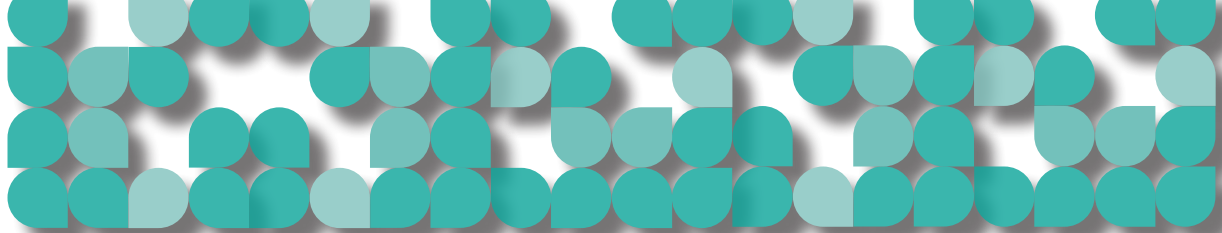
Informe Anual **2019**



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



**PRESENTACIÓN
DEL DIRECTOR GENERAL 8**

RESUMEN EJECUTIVO 11

AGUA Y GOBIERNO 17

- 1.1 El agua en el valle de Mexicali 18
- 1.2 Sargazo en el Caribe 20
- 1.3 Ley General de Aguas 23
- 1.4 Ética y justicia hídricas 25

AGUA Y SOCIEDAD 31

- 2.1 Agua y discapacidad 32
- 2.2 Agua y comunidades indígenas: sierra Wixárika 33
- 2.3 Acuífero de Xpujil 35
- 2.4 Red de cooperación de organismos operadores 37
- 2.5 Agua y enfermedad renal crónica de Etiología desconocida 38

AGUA Y PRODUCTIVIDAD 43

- 3.1 Sistema hidroeléctrico Necaxa 44
- 3.2 Proyectos productivos con energías renovables 45
- 3.3 Monitoreo de zonas agrícolas de riego 46
- 3.4 Tratamiento y bioenergía 48

AGUA Y AMBIENTE 53

- 4.1 Río Yaqui 54
- 4.2 Microplásticos 55
- 4.3 Rehabilitación de plantas potabilizadoras del Sacmex 56
- 4.4 Río Cuautla 58
- 4.5 Plantas invasoras 59

ÍNDICE

IMTA TRANSVERSAL 63

- 5.1 El Acueducto 64
- 5.2 Instituto Nacional de Salud Pública 65
- 5.3 Conacyt 66
- 5.4 Fundación Avina 69

IMTA GLOBAL 73

- 6.1 Conferencia Internacional de Hidroinformática 74
- 6.2 Cátedra Unesco y Espacio de Conocimiento IMTA 75
- 6.3 Centro Regional para la Seguridad Hídrica Cershi – Unesco 77
- 6.4 Cooperación internacional técnica y científica 79

CAPACIDADES PARA EL FUTURO 87

- 7.1 Experiencias sobre la gestión y la cultura del agua en El Salvador, Guatemala y Honduras 88
- 7.2 Programas de Posgrado IMTA 90
- 7.3 Capacitación 91
- 7.4 Fomentar el talento científico – Renip 91
- 7.5 Jóvenes Construyendo el Futuro 93



**CONOCIMIENTO
DEL AGUA
AL SERVICIO DE MÉXICO**



PRESENTACIÓN

DEL DIRECTOR GENERAL

El agua es esencial para la vida en el planeta; es fundamental para la naturaleza, nuestra salud personal, la producción de alimentos, la generación de energía y el desarrollo económico. Por ello, representa el vector más importante a través del cual todos estos sectores se entrelazan y se ven afectados por el cambio climático en formas poco esperadas y muy difíciles de anticipar.

El agua puede ser el elemento clave que habilite el desarrollo económico de México de la mano de una evolución hacia un mundo sin pobreza e injusticia. Sin embargo, para hacer esto posible, es necesario reconocer los obstáculos que hoy se presentan. En todo el mundo existen cinco hechos generales que enmarcan la política hídrica. Primero, existe un crecimiento en la demanda de agua, y los impactos del cambio climático agravan su distribución inequitativa. Segundo, el incremento en la escasez por la mala calidad del agua reduce su utilidad y pone en riesgo la salud humana y la calidad del ambiente. Tercero, en distintos sitios, la demanda excede la disponibilidad de agua, generando conflictos sociales. Cuarto, la competencia por el agua superficial y subterránea está en crecimiento, lo que da lugar a disputas severas, difíciles de resolver de forma amistosa. Quinto, las alternativas de solución a estos problemas, como la desalinización, la reutilización del agua tratada y la conservación, implican retos que orbitan alrededor de la equidad y justicia social.

De esta manera, el agua no está exenta de conflicto, tal y como lo observamos en diversas cuencas del país. En este punto conviene detenernos y revisar que, desde hace algunos años, las decisiones relacionadas con el agua se han tomado a la luz de resultados puramente técnicos. Sin embargo, está visto que esta es solo una dimensión del agua, y a la luz de la evidencia, ha resultado incompleta. Como sabemos, las decisiones del agua tienen asociados muchos efectos secundarios, pues generalmente son asunto y preocupación de todos. Una decisión hídrica tiene implicaciones para el ambiente, la economía y la sociedad. En nuestro país, desde hace mucho tiempo, vivir en la pobreza rural o urbana es sinónimo de un limitado acceso al agua y de una precaria seguridad hídrica, que a su vez se relacionan con la limitada garantía de los derechos asociados al agua de toda la población que se encuentra en esta situación.

Estos hechos hacen evidente que los problemas sociales relacionados con el agua no se resuelven solo con tecnología. En aquellos casos donde existen preocupaciones sociales asociadas a la sequía o la escasez del recurso, es necesario considerar un contexto social más amplio, en el que seamos capaces de incorporar las voces de todos los involucrados.

No es casualidad, entonces, que en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua hayamos adqui-



rido el firme compromiso de usar éticamente la conexión entre el mejor conocimiento disponible y la innovación en temas del agua, con la toma de decisiones en torno a este recurso. El puente entre conocimiento, tecnología, ética y decisiones representa una de las llaves que pueden abrir la puerta a un país más justo. Esto permitirá trascender el modelo de eficiencia económica y productividad impuesto por largos años, extendiéndolo a considerar equidad, justicia, solidaridad y participación ciudadana.

Nuestro informe 2019 da cuenta de este esfuerzo y nos presenta un año productivo en el que se resumen las intervenciones más significativas en este periodo de tiempo, considerando las interacciones del agua con decisiones de gobierno, sociedad, productividad y medioambiente. Adicionalmente, incluimos iniciativas que dan cuenta de la solidaridad regional a través del intercambio de conocimiento con otras naciones hermanas en América Latina, en la búsqueda de un desarrollo humano regional y bajo un espíritu de cooperación internacional.

Durante este año, un hecho digno de mencionarse es que instauramos el Consejo Editorial del IMTA, cuyo propósito es salvaguardar la calidad académica y el rigor técnico de todos los productos publicados por la institución. Asimismo, reactivamos la publicación de la revista El Acueducto en su 5a época, la cual representa un ejercicio de comunicación de nuestra comunidad con la sociedad mexicana.

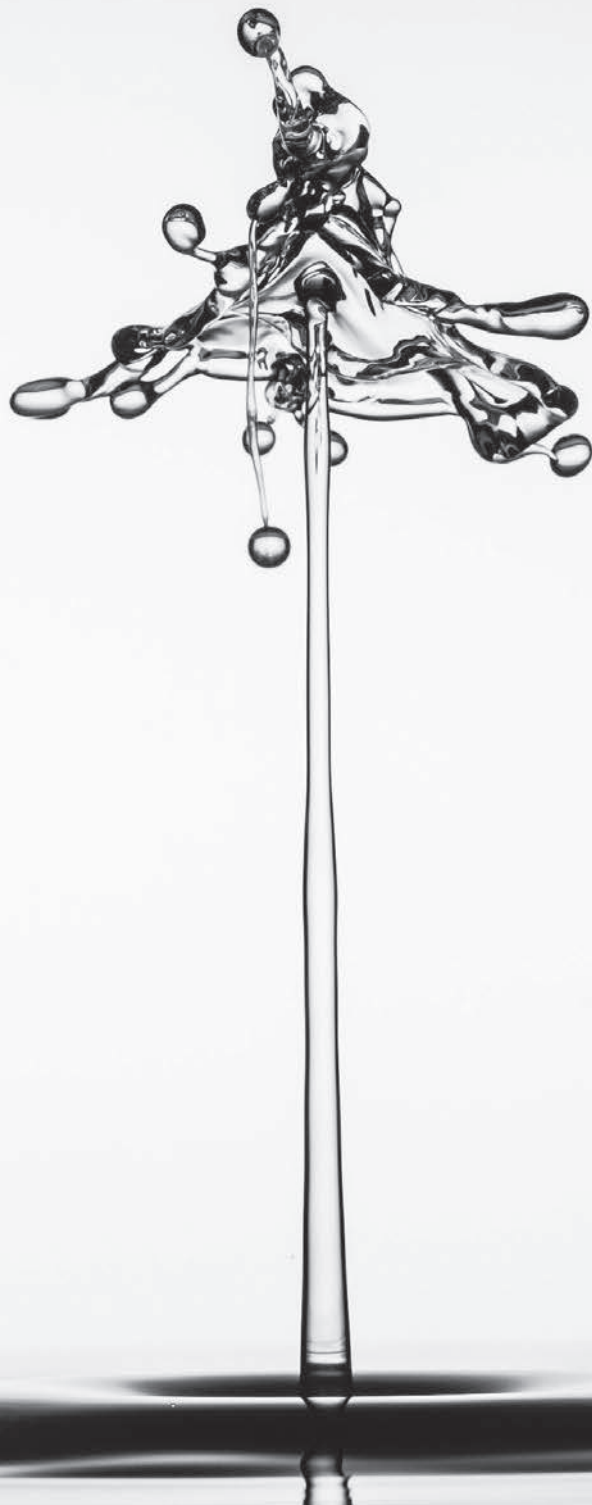
Sin duda, la gestión hídrica constituye un reto para lograr el desarrollo humano sostenible e incluyente de nuestra nación y del mundo. El éxito de las políticas públicas que se generen en torno a un uso eficiente del agua será fundamental para atender retos locales, nacionales y globales, en un contexto de incertidumbre y, sobre todo, de insostenibilidad ambiental en el que es menester el impulso de acciones y soluciones con una base ética, científica y tecnológica.

Dr. Adrián Pedrozo Acuña

Director General



R E S U M E N
E J E C U T I V O



RESUMEN

EJECUTIVO

La gestión integral de los recursos hídricos en beneficio de la población y del medio ambiente requiere de una visión que concilie el desarrollo social y económico. Para ello, es indispensable el trabajo conjunto entre diferentes actores de la sociedad, del sector privado y del gobierno, en el que el conocimiento científico y tecnológico del agua sea la base para la toma de decisiones fundamentadas.

Se debe comprender la transversalidad de la gestión de los recursos hídricos por su impacto en otros temas de desarrollo nacional, como son la salud, el medio ambiente, el bienestar de la población, la paz, la seguridad alimentaria y los derechos humanos, por nombrar sólo algunos, y por su influencia en el cumplimiento de compromisos internacionales, como la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible, el Acuerdo de París y el Convenio de Diversidad Biológica.

Este Informe presenta los proyectos más destacados realizados por este Instituto durante el 2019 bajo un enfoque integral y transversal, poniendo al servicio de México el conocimiento interdisciplinario de todas aquellas personas que forman parte de este gran equipo IMTA.

La información se organiza en siete rubros: los primeros cinco tienen que ver con el vínculo entre agua y el gobierno, la sociedad, el sector productivo, el medio ambiente y temas transversales; en el sexto se explican las actividades de vinculación y cooperación internacional y, en el séptimo, los trabajos de capacitación emprendidos interna y externamente, los avances del Posgrado IMTA y el trabajo realizado por los Jóvenes Construyendo el Futuro.

Se expone el trabajo efectuado por el IMTA para brindar evidencia científica en la situación del Valle

de Mexicali y el apoyo técnico, jurídico y tecnológico del IMTA en el proceso de construcción de la Ley General de Aguas, en el que se posicionó el reconocimiento de la gestión comunitaria del agua, los derechos de los pueblos indígenas, la transparencia y la rendición de cuentas.

También se muestran los proyectos realizados en beneficio de comunidades mexicanas para la atención de emergencias ambientales como el sargazo y la presencia de microplásticos en cuerpos de agua. En referencia al nexo agua-energía-alimentos, se destaca el avance de los proyectos sobre monitoreo de zonas agrícolas de riego, la producción de alimentos en el sudeste, y el aprovechamiento de procesos de tratamiento de aguas residuales para generar energía.

En el ámbito internacional, resalta el trabajo colaborativo del IMTA en la región latinoamericana con apoyo de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo y de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas, así como trabajos desarrollados en el marco de la Cátedra Unesco-IMTA y del Centro Regional para la Seguridad Hídrica.

En el ámbito de formación de capacidades, se presentan los avances del Posgrado IMTA, las capacitaciones internacionales recibidas y otorgadas y, por supuesto, el valioso apoyo del programa Jóvenes Construyendo el Futuro en las actividades del Instituto.

El IMTA, como Centro Público de Investigación, trabaja y continuará dedicándose al beneficio de las y los mexicanos a través de una ciencia humana que utilice el desarrollo científico-tecnológico de la mano de una ética por la vida, que permita superar los retos nacionales y globales actuales.





AGUA Y GOBIERNO

AGUA Y GOBIERNO

DECISIONES CON BASE EN EVIDENCIA CIENTÍFICA

1.1

EL AGUA
EN EL VALLE DE MEXICALI

.....



1.2

SARGAZO EN EL CARIBE

.....



1.3

LEY GENERAL DE AGUAS

.....



1.4

ÉTICA Y JUSTICIA HÍDRICAS

.....





AGUA Y GOBIERNO:

DECISIONES CON BASE EN EVIDENCIA CIENTÍFICA

La integración de información y datos científicos es reconocida en todo el mundo como una actividad fundamental para una mejor toma de decisiones en torno a un elemento indispensable para el bienestar de toda la sociedad, las empresas y el ambiente: el agua.

Como parte de la inteligencia hídrica de México y haciendo uso de herramientas tecnológicas de punta, El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), genera información científica clave relacionada con el agua subterránea, superficial y atmosférica y su cantidad y calidad a lo largo del territorio nacional.

Este informe da cuenta de las intervenciones más destacadas del IMTA en 2019; en las que su personal contribuyó con su conocimiento y esfuerzo a la generación de información en los temas encargados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

1.1 EL AGUA EN EL VALLE DE MEXICALI

El valle de Mexicali se encuentra en una condición de alto estrés hídrico. Con el propósito de lograr la sustentabilidad hídrica de la región, el IMTA presentó ante la sociedad bajacaliforniana la evidencia científica para comprender el presente y formuló recomendaciones para lograr un futuro sostenible.

PARTICIPANTES: *Adrián Pedrozo Acuña, José Agustín Breña Naranjo y Julio César Soriano Monzalvo.*

La participación previa del IMTA, que data de la administración anterior, surgió a raíz de la contratación, por parte de la empresa cervecera *Constellation Brands*, del estudio de impacto al servicio de abastecimiento de agua a la población de Mexicali por el suministro de agua a la planta cervecera y la estrategia de abastecimiento de agua de corto y largo plazos para la planta. Este informe, entregado en mayo de 2018, fue utilizado por dicha empresa para justificar la disponibilidad de agua y proveer un análisis científico de un instituto de investigación nacional. Dicho estudio comprendió un análisis de oferta y demanda de agua, tomando como base los

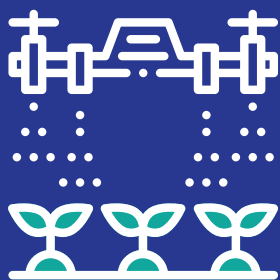
estudios de disponibilidad existentes y las transferencias de derechos de agua de usos público urbano y agrícola a uso industrial.

La nueva administración del IMTA se ha dado a la tarea de revisar este análisis y ha concluido que este tiene como condición inicial los derechos de agua ya otorgados (aunque para otros usos), lo que redundó en un resultado de impacto mínimo de la empresa cervecera sobre los recursos hídricos.

De esta manera, por instrucción de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el IMTA participó en 2019 en la generación de información clave para comprender la situación hídrica del valle de Mexicali desde un punto de vista hidrológico. Estas acciones quedaron plasmadas en un análisis integral de la situación hídrica que incorporó, en un principio, tres perspectivas fundamentales: seguridad nacional, sustentabilidad hídrica e incertidumbre de la información.

Posteriormente, dadas la preocupación social ampliamente documentada y la situación de escasez hídrica en la región, el IMTA consideró necesario trascender el estudio de 2018 y desarrollar un nuevo reporte que pudiera servir a la sociedad bajacaliforniana como guía para comprender la situación





EL USO AGRÍCOLA REPRESENTA EL
85 % DEL AGUA TOTAL
EN LA REGIÓN

actual del agua en el valle de Mexicali y las acciones necesarias para garantizar la sostenibilidad hídrica futura de la región. Los resultados quedaron plasmados en el informe titulado *El agua en el valle de Mexicali: origen, uso y destino*.

Una de las conclusiones más destacadas de este segundo informe fue que, en virtud de las condiciones de escasez de agua en la región, es indispensable explorar estrategias que conduzcan a la sostenibilidad del uso del agua, de tal suerte que sea posible garantizar el derecho humano al agua y propiciar así el desarrollo social y económico de la región.

En este segundo reporte se documentó la conocida sobreexplotación del agua subterránea y la competencia por el acceso al agua superficial entre los distintos usuarios de la región. Bajo una lógica de garantizar el derecho humano al agua en la ciudad de Mexicali, se hicieron las siguientes sugerencias:

1. Rehabilitar la red de abastecimiento de agua potable.

Como se vio en la sección 2.4, el volumen concesionado para el uso público urbano en la ciudad de Mexicali garantiza el abasto aproximado de tres veces su población actual, lo que indica la necesidad de mejorar la operación de este sistema, reducir fugas en esta infraestructura y considerar su ampliación.

2. Modernizar la infraestructura de riego en el DR 014.

Mejorar la aplicación de la lámina de riego y la conducción del agua al interior del distrito por medio del uso de tecnología y agricultura de precisión, en virtud de que el uso agrícola representa el 85 % del agua total en la región; un ahorro del 10 % en este usuario representa un volumen significativo que puede ser destinado a garantizar el derecho humano al agua de generaciones futuras y el desarrollo económico de la región.

3. Transparentar la información.

En virtud de la alta conflictividad sociohídrica en la región se recomienda la transparencia de la información relativa a las concesiones de los diferentes usuarios, a las transferencias de derechos de agua, así como a las descargas correspondientes.

4. Tomar medidas de gestión del agua a nivel corporativo basadas en la ética.

Adopción por parte de usuarios industriales.

5. **Favorecer la sostenibilidad ambiental.** Adoptar nuevos estándares para la inversión que garanticen el uso justo y eficiente del agua, usando para ello la sustentabilidad hídrica del proyecto, cuantificada a través de la huella hídrica; equidad hídrica, estableciendo una distribución equitativa del agua entre usos y usuarios; eficiencia hídrica, definiendo valores umbrales por producto relacionados con las condiciones climáticas de la región, y riesgo hídrico y cambio climático, pues ambas condiciones redefinirán las inversiones de las grandes corporaciones globales.

La intervención del IMTA en este tema siguió directamente los principios establecidos por el gobierno de México para la política ambiental: el uso de evidencia científica para la toma de decisiones, la transparencia de la información y la divulgación del conocimiento a toda la sociedad. De esta manera, la intervención del Instituto tuvo como propósito presentar la evidencia científica necesaria para comprender la situación hídrica actual del valle de Mexicali, en un ejercicio de transparencia de datos científicos, disponibles a la sociedad, a fin de que el conocimiento permita la construcción de mejores juicios y decisiones en torno al agua en esta región del país. Lo anterior permite crear una comunidad capaz de ejercer sus derechos de una manera informada, lo que allana el camino hacia la toma de decisiones y acuerdos que beneficien a toda la ciudadanía.



1.2 SARGAZO EN EL CARIBE

El conocimiento sobre los ecosistemas costeros y marinos, la hidrodinámica oceánica y costera y otros aspectos ambientales relevantes son fundamentales para entender la magnitud de la emergencia ambiental derivada de la presencia del sargazo en playas mexicanas.

El arribo masivo del sargazo a costas de Quintana Roo ha generado impactos ambientales, sociales y económicos adversos. Para comprender este fenómeno se requiere tener conocimiento de los ecosistemas costeros y marinos, la hidrodinámica oceánica y costera, las condiciones atmosféricas y los nutrientes que favorecen la reproducción de esta alga.



El IMTA, además de ser parte del consejo asesor honorario conformado por el Conacyt y dependencias del sector ambiental como el Inecc y la Conabio, desarrolla tres proyectos de investigación autofinanciados que permiten avanzar en líneas de investigación complementarias para explicar este fenómeno: interacción océano-atmósfera, circulación oceánica del sargazo y calidad del agua.

La idea consiste en aportar evidencia proveniente de diversas disciplinas de las ciencias del agua que permitan proponer soluciones integrales, basadas en una mejor comprensión de las interacciones que se dan dentro del sistema socio-ambiental y que dan lugar a estos eventos atípicos. Los proyectos impulsados desde el instituto son:

Diagnóstico de las condiciones atmosféricas asociadas al arribo de sargazo a costas de Quintana Roo

PARTICIPANTE: José Antonio Salinas Prieto

Con objeto de analizar el viento superficial sobre el océano Atlántico para el periodo 1989–2018 y sus efectos en el arribo masivo de sargazo a costas de Quintana Roo, se analizó la circulación atmosférica superficial sobre el Atlántico y el Caribe. Para ese periodo, mediante datos con resolución temporal de seis horas, se estimaron promedios diarios para calcular la convergencia, desaceleración y variabilidad estacional, anual e interanual, de sus valores extremos (percentiles 10 y 90) con datos atmosféricos del Reanálisis del Sistema de Predicción Climática del Centro Nacional de Investigación Atmosférica de

Estados Unidos (CFSR y NCAR, por sus siglas en inglés, respectivamente).

Además, se correlacionó el índice anual de la Oscilación del Atlántico Norte, (NAO por sus siglas en inglés) con intensidad de viento del mismo periodo, para establecer su correspondencia con la intensidad y dirección de vientos en la costa atlántica de Brasil y con la Corriente en Chorro del Caribe como un indicador de baja frecuencia. Se analizaron los casos de estudio de febrero y julio de 2013, 2015, 2018 y 2019 para entender las condiciones atmosféricas bajo las cuales se aproximó el sargazo a las costas de Quintana Roo.

Modelación numérica de la trayectoria de sargazo en el mar Caribe

PARTICIPANTE: Rubén Antelmo Morales Pérez

Este estudio tuvo como objetivo modelar las trayectorias de sargazo en el Caribe, de tal suerte que fuera posible establecer un sistema preliminar de alerta de las arribaciones en la costa. Para ello se simularon las condiciones hidrodinámicas del Atlántico ecuatorial y del mar Caribe por medio del modelo de circulación oceánica global HYCOM, que permite resolver la trayectoria del sargazo desde la zona de generación hasta su arribo a las playas de Quintana Roo, en la península de Yucatán.

Durante 2019 se conformó un grupo de trabajo que permitió la generación de diversos escenarios con estas herramientas, considerando diferentes condiciones ambientales de la dinámica del sargazo. Las



acciones abocadas a este proyecto continuarán en el año 2020.

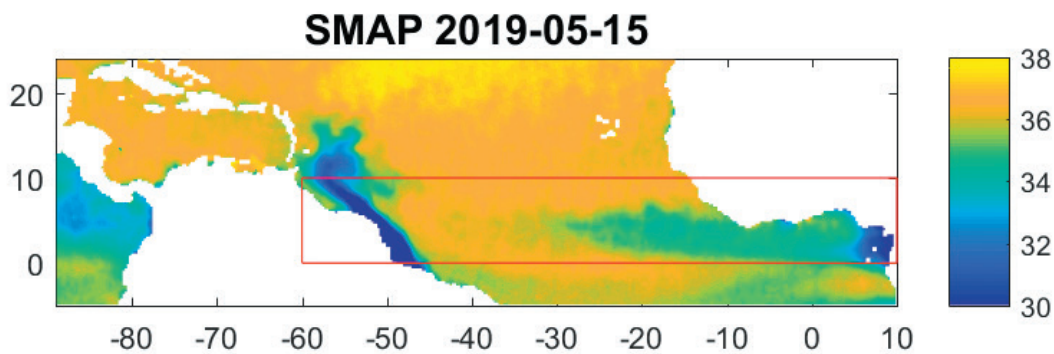
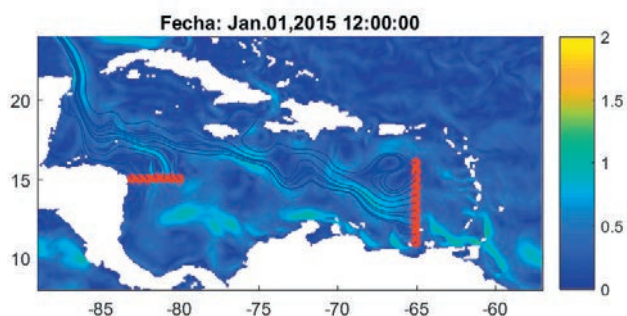
Diagnóstico de calidad del agua y caracterización de las dos especies de sargazo que arriban a las costas de Cancún, Puerto Morelos y Playa del Carmen

PARTICIPANTE: Dra. María del Pilar Saldaña Fabela

Esta investigación tiene como propósitos evaluar la calidad del agua de la zona costera y relacionar sus variaciones con la presencia de sargazo en las playas de Quintana Roo. Adicionalmente contempla caracterizar los aspectos fenológicos del sargazo. Durante 2019 se realizaron 1,313 análisis, 545 fisicoquímicos (nutrientes, clorofila, enterococos, coliformes fecales, sólidos suspendidos totales, turbiedad, metales y de campo) y 768 análisis de compuestos orgánicos volátiles. Los resultados revelan que las concentraciones más altas de clorofila, fósforo biodisponible, nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos totales, coliformes y enterococos fecales corresponden al mes de agosto en Playa del Carmen, Quintana Roo; temporalmente correlacionado con la presencia de sargazo en las playas, por lo que es posible asociar el incremento en las concentraciones de estos ele-

mentos con la degradación del mismo. Por el contrario, durante el mes de noviembre, condiciones climáticas y de corrientes (suradas) favorecieron la disminución de la presencia de sargazo en las costas, salvo en el caso de Punta Nizuc, donde, en colaboración con la UNAM, se verificó la presencia de sargazo en descomposición, dando como resultado las más altas concentraciones de fósforo total, nitrógeno total y enterococos en los análisis.

Dada la importancia de dar seguimiento a este fenómeno, a lo largo de 2020 se dará continuidad a este proyecto, lo que permitirá continuar con el monitoreo y establecer una tendencia en los cambios en la calidad del agua asociados con la presencia de esta alga.



DURANTE 2019 SE REALIZARON
1,313 ANÁLISIS



EN 2019 SE INICIARON
3 PROCESOS
 PARA CONSTRUIR UNA NUEVA
LEY GENERAL DE AGUAS

1.3 LEY GENERAL DE AGUAS

El Instituto contribuye de manera decidida, a través del soporte técnico, jurídico y tecnológico, a todos los procesos legislativos que tienen como tarea la construcción de un nuevo marco jurídico para la política hídrica nacional.

PARTICIPANTES: Juana Amalia Salgado López y Alberto Rojas Rueda

Debido al rol de un nuevo marco jurídico para la política hídrica nacional, y su importancia en el mejoramiento de las condiciones de vida de los mexicanos, el IMTA acompaña todos los procesos de iniciativas de ley con el objetivo de proveer el mejor conocimiento disponible en lo técnico y lo social para su generación.

A partir de la reforma constitucional del artículo 4º en 2012, en el que se estableció el derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible, se han realizado esfuerzos para lograr el cumplimiento de este artículo, que obedece a la garantía y protección del derecho humano al agua. En particular, en 2019 se iniciaron los siguientes tres procesos para construir una nueva Ley General de Aguas:

1. Foros regionales hacia la construcción de la nueva Ley General de Aguas, organizados por la Comisión de Recursos Hidráulicos, Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión;
2. Proceso de construcción de la Ley del Grupo Parlamentario del MORENA en la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión
3. Foros de disertaciones sobre el derecho humano al agua para la construcción de una ley general incluyente, organizados por la Comisión Nacional del Agua.

En sintonía con la política ambiental definida por el Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se discute la posibilidad de integrar la gestión comunitaria del agua, los derechos de pueblos indígenas y arreglos de decisión participativos en torno al agua. El Instituto, a través de un grupo interdisciplinario, efectuó en 2019 las siguientes acciones:

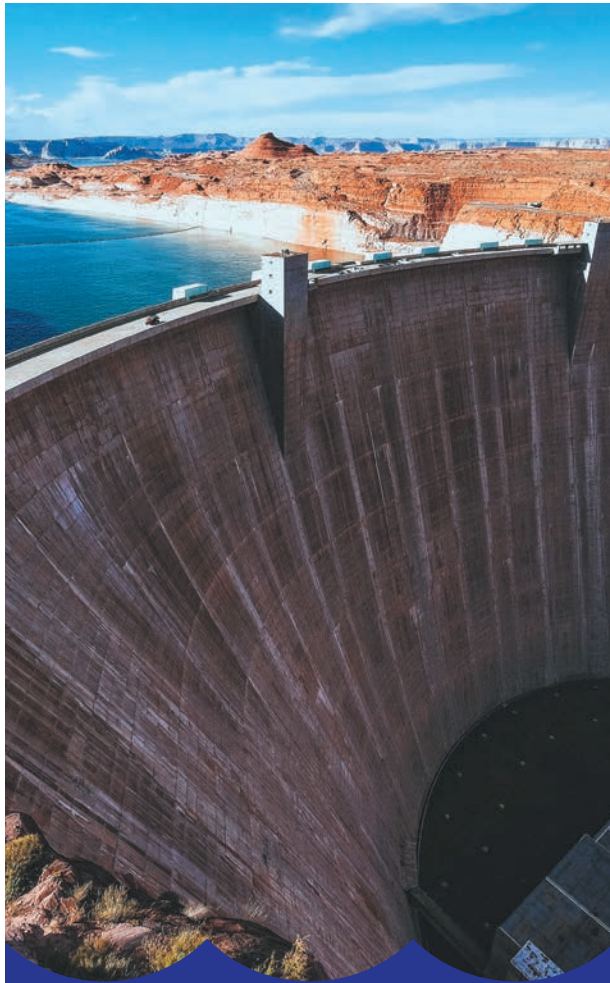
- Se posicionó como equipo técnico asesor de los tres procesos.

- Participó en todos los foros de consulta de la Comisión de Recursos Hidráulicos, Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados, y organizó el que ha sido de mayor afluencia y el que más número de mesas de trabajo integró, destacando temáticas que no se habían incluido en otras sedes.

- Estableció redes de colaboración junto con organizaciones de la sociedad civil.

Con esta participación, el IMTA colocó en el centro de las discusiones conceptos innovadores que permiten mejorar el marco jurídico para la gestión del agua en nuestro país, de tal suerte que este elemento permita mejorar las condiciones de vida de toda la población mexicana. Para ello se tomaron en cuenta los dos ejes rectores de nuestro quehacer: la ciencia y tecnología y los derechos humanos. Esto permitió incorporar temas indispensables, hasta ahora no considerados, como transparencia de información y rendición de cuentas, aguas costeras y oceánicas, derechos de los pueblos originarios, ética y justicia hídricas, entre otros.





LOS GRANDES PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA GENERAN **GRANDES COSTOS**

 **ECONÓMICOS**

 **SOCIALES**

 **AMBIENTALES**

1.4 ÉTICA Y JUSTICIA HÍDRICAS

La creciente competencia por el acceso y control del agua tiene profundas implicaciones sobre el derecho a la misma y su distribución equitativa a lo largo del territorio. La escasez y la inseguridad del agua están relacionadas con variables que trascienden la perspectiva hidrológica del problema (disponibilidad y calidad del agua, por ejemplo) y que deben incorporar discusiones sobre su distribución inequitativa entre usuarios y la ausencia de servicios de abastecimiento para zonas rurales.

PARTICIPANTES: Carolina Escobar Neira y Juana Amalia Salgado López.

El agua no está exenta de ser motivo de conflictos, tal como se observa en diversas cuencas del país. Por ello, el IMTA ha iniciado una revisión sobre la manera en la que se han tomado las decisiones en torno al agua, generalmente a la luz de resultados técnicos; sin embargo, está visto que esta es solo una dimensión del agua y, a juzgar por la evidencia, ha resultado incompleta. Es indiscutible que, en todo el mundo, los grandes proyectos de infraestructura, en los que la corrupción y la falta de transparencia permean, generan grandes costos económicos, sociales y ambientales.

Por ello es necesario incorporar los valores y la ética en la gestión del agua. Si nos damos tiempo para aprender sobre cómo nuestros valores como sociedad están conectados al agua, podemos utilizar este proceso de toma de decisiones con una base ética. Esta ética en las decisiones deberá estar acompañada por la ética hídrica de la sociedad y las empresas, que deberán acceder a un uso responsable del agua en sus procesos de producción dentro de sus instalaciones y también en su cadena productiva, revisando los impactos hídricos sobre las personas y ecosistemas que comparten la cuenca o acuífero e impulsando su capacidad de diálogo con el gobierno y la sociedad civil.

El IMTA genera el conocimiento clave para el entendimiento de los conflictos hídricos y propuestas para el cumplimiento de los derechos humanos en torno al agua. Impulsamos la investigación sobre justicia hídrica, que considera la reinterpretación de las preocupaciones morales sobre los derechos humanos al agua y saneamiento, como son la justicia

intergeneracional, el derecho de los pueblos indígenas y los impactos a la salud por la contaminación de los cuerpos de agua. Este proyecto representa un primer esbozo para la construcción teórico-conceptual de la justicia hídrica en México. Plantea proponer una definición de justicia hídrica que sirva como base para conocer su pertinencia y su posible inclusión en los distintos marcos jurídicos y arreglos institucionales para la política hídrica, y colaborar con instituciones, asociaciones o diversas organizaciones que impartan capacitación a las comunidades con el fin de brindarles herramientas para la defensa del agua.

Entre los principales resultados que se obtuvieron, destacan los siguientes:

Taller de exigibilidad: Jornada de trabajo sobre justicia hídrica. El juicio de amparo como mecanismo de incidencia.

En la semana de gobernanza, realizada del 23 al 26 de septiembre de 2019, se llevaron a cabo diversas actividades, tales como el *Taller de exigibilidad: jornada de trabajo sobre justicia hídrica. El juicio de amparo como mecanismo de incidencia*, realizado el 24 de septiembre de 2019 en el Centro de Capacitación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Este evento tuvo una asistencia de 41 in-





vitados y contó con la presencia de diversos actores públicos, privados y sociales, como fueron: la Cámara de Diputados, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, Cántaro Azul, Escuelita del Agua, Pequeña Propiedad de Jiutepec, A.C., el Comité de Cuenca Valle de Jovel, el Consejo Consultivo de Pueblos del Estado de Morelos, así como consultores independientes y colectivos de abogados.

Taller de ética del agua

Con la finalidad de ampliar y reforzar los conocimientos de los colaboradores del proyecto, se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto el taller *Ética del agua* los días 31 de octubre y primero de noviembre de 2019, impartido por el Dr. David Groenfeldt, fundador y director de *Water Culture*.

En el taller se mencionaron conceptos generales de la ética del agua y se trabajó en la elaboración de una Carta Global de Ética del Agua.

Taller de justicia ambiental

Como parte de la discusión sobre el tema se desarrolló el taller de justicia ambiental, que fue impartido por el abogado especialista en derecho ambiental, Andrea Davide Ulisse Cerami, los días 12 y 13 de diciembre de 2019. Dicho taller tuvo una duración de 10 horas y se llevó a cabo en el Centro de Capacitación del Instituto Mexicano de Tecnología del agua.

El objetivo del taller fue desarrollar conocimientos y habilidades en materia de derecho ambiental con énfasis en el acceso a la justicia ambiental, analizando el sistema jurídico mexicano, así como el internacional, en materia de responsabilidad ambiental, con el fin de incidir en los procedimientos y mecanismos para la defensa y protección de los derechos asociados al medio ambiente sano, como se consagra la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.

En este sentido se han generado escenarios de desarrollo profesional y de socialización de herramientas teóricas, y se ha profundizado en temas de relevancia comunitaria, extendiendo espacios participativos y promoviendo un sentido de equidad e inclusión en temas de justicia hídrica; un concepto relativamente nuevo con el que se busca llevar a cabo actividades que garanticen el ejercicio pleno del derecho humano al agua, disminuyendo así la brecha de inequidad y fomentando la justicia.





AGUA Y SOCIEDAD

AGUA Y SOCIEDAD

CIENCIA DEL AGUA
PARA LA GENERACIÓN DE BIENESTAR SOCIAL

2.1

AGUA Y DISCAPACIDAD

.....



2.2

AGUA Y COMUNIDADES
INDÍGENAS: SIERRA WIXÁRIKA

.....



2.3

ACUÍFERO DE XPUJIL

.....



2.4

RED DE COOPERACIÓN
DE ORGANISMOS OPERADORES

.....



2.5

AGUA Y ENFERMEDAD RENAL
CRÓNICA DE ETIOLOGÍA DESCONOCIDA

.....





AGUA Y SOCIEDAD:

CIENCIA DEL AGUA PARA LA GENERACIÓN DE BIENESTAR SOCIAL

El bienestar de las personas es una prioridad para el Gobierno de México. Por ello, el IMTA impulsa, de la mano de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, conceptos e intervenciones que garanticen la equidad, la justicia y el respeto a los derechos humanos, pues se consideran condiciones básicas para transitar hacia la seguridad hídrica nacional.

2.1 AGUA Y DISCAPACIDAD

El IMTA se ha puesto como tarea integrar al conocimiento y aprecio del agua a grupos generalmente no visibilizados, como son las personas con discapacidad; por eso trabajamos para impulsar su inclusión en actividades de divulgación.

PARTICIPANTE: Gemma Cristina Millán Malo

Las actividades realizadas en el marco de este proyecto significaron un parteaguas para la creación de vínculos con agentes en el tema de la discapacidad, permitiendo al Instituto posicionarse como un centro público de investigación ocupado en cumplir las directrices y políticas emanadas de la Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad. Lo anterior es claramente una acción que cumple con

lo establecido en la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y no Discriminación.

Tanto dentro como fuera del IMTA se promovió la necesidad de comprender la discapacidad y sus manifestaciones, así como las barreras y limitaciones que enfrentan las personas con discapacidad para ejercer sus derechos, no solo al agua y saneamiento, sino a la participación ciudadana y a gozar de los beneficios de la ciencia y sus aplicaciones, entre otros. Lo anterior detonó al interior de la institución una reflexión sobre las tareas pendientes en varios ámbitos, tanto en la adecuación del entorno físico, como en la necesidad de continuar promoviendo un enfoque inclusivo en el diseño de productos tecnológicos y de los procesos de comunicación inclusivos en los que participa. Además de satisfacer la necesidad de impulsar una política laboral incluyente, se fortalecieron capacidades y habilidades para la producción de materiales y procesos de comunicación, educación y capacitación accesibles.



CUMPLIMIENTO

CON LA NORMA MEXICANA EN

IGUALDAD LABORAL Y NO DISCRIMINACIÓN



2.2 AGUA Y COMUNIDADES INDÍGENAS: SIERRA WIXÁRIKA

El IMTA inició el acercamiento y contacto con las autoridades indígenas de la sierra Wixárika (Jalisco, Nayarit y Zacatecas) con el propósito de atender la problemática de falta de acceso al agua de comunidades indígenas alejadas y con muy altos índices de marginación. Para ello, nos asociamos con organizaciones que cuentan con experiencia en la zona y proporcionamos acompañamiento técnico y social apropiado para realizar una intervención exitosa.

PARTICIPANTE: Carolina Escobar Neira

El proyecto Modelos para evaluar el cumplimiento de los derechos humanos al agua y al saneamiento en México se empezó a desarrollar en julio de 2019, con el objetivo de iniciar el trabajo y ampliar el campo de acción institucional con comunidades y temas que tradicionalmente no se habían trabajado en la entidad: comunidades cercanas, como las del municipio indígena de Coatetelco; comunidades indígenas alejadas y con muy altos índices de marginación, como el pueblo Wixárika, y la construcción de indicadores de derechos humanos asociados al agua.



ACCIONES

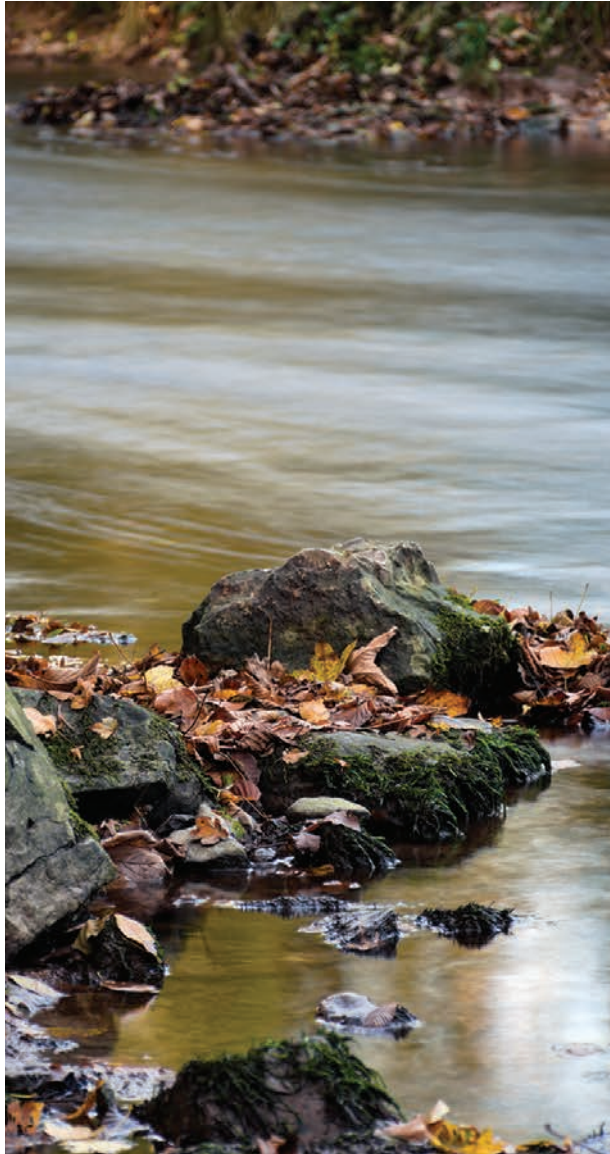
EN PRO AL DERECHO HUMANO AL AGUA EN COMUNIDADES INDÍGENAS

Se realizó un diagnóstico inicial en campo con el pueblo Wixárika, en la Sierra de Jalisco, el cual se llevó a cabo con Isla Urbana, organización de la sociedad civil; autoridades indígenas, y la comunidad del municipio de Mezquitic. Los resultados obtenidos permiten tener un panorama más amplio de la región y de la manera como se puede intervenir, de las necesidades de articulación interinstitucional y del tiempo y consideraciones que se deben tener en cuenta al momento de planear una intervención en campo.

De forma paralela se trabajó en sentar las bases para la construcción de indicadores de derechos humanos asociados al agua específicos para México, teniendo como referencia los marcos ya existentes (OEA, ONU). La construcción de estos indicadores implica un largo proceso de diseño, seguimiento, evaluación, ajustes e implementación; ejercicio en el que la participación de la sociedad civil es de gran importancia y pertinencia. Adicionalmente se debe considerar su relación con otros derechos (a un medio ambiente sano, la salud, la educación, entre otros), con el fin de construir una línea base nacional (en su componente de agua-ambiente) que en algún momento pueda ampliarse a la región y que permita la visibilización de la población vulnerable, el acceso público a esta información, su fundamento en fuentes oficiales y su máxima publicidad.

A partir de lo anterior se establecieron prioridades, se colaboró con Isla Urbana para actuar de manera conjunta en la región y se obtuvo la anuencia de las comunidades para el trabajo en la zona. Asimismo, se planteó la realización de pequeñas intervenciones durante 2020 que permitan afianzar lazos de confianza, iniciar el trabajo y pilotear algunos de los indicadores considerando que, si se pueden aplicar en zonas con las características mencionadas, se pueden ampliar al resto de la población.





2.3 ACUÍFERO DE XPUJIL

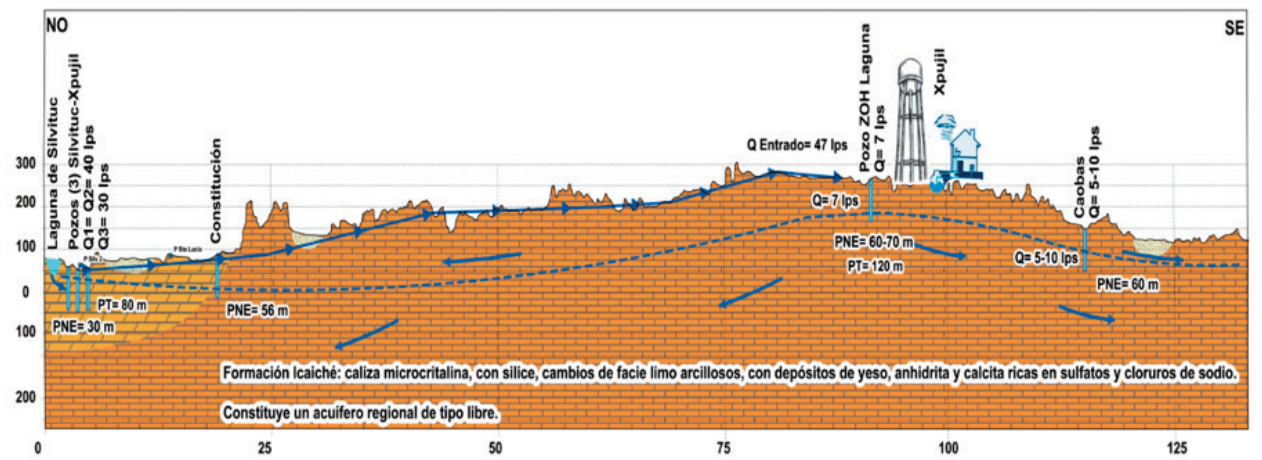
La síntesis del conocimiento actual del acuífero, así como la recopilación y el análisis de estudios previos de este, permiten definir que la zona de estudio presenta condiciones poco favorables para extraer agua subterránea y aprovecharla con fines de abastecimiento.

PARTICIPANTE: Gerardo Antonio Ortiz Flores

El Gobierno Federal ha propuesto el proyecto del Tren Maya, el cual transitará por zonas que tienen un alto nivel de marginación. Su construcción podría ser un detonante económico del cual muchos pueblos serían beneficiados. Turísticamente, el proyecto tiene potencial, ya que llegará a zonas donde jamás han llegado proyectos que representen una importante oportunidad de empleo para los habitantes de la región.

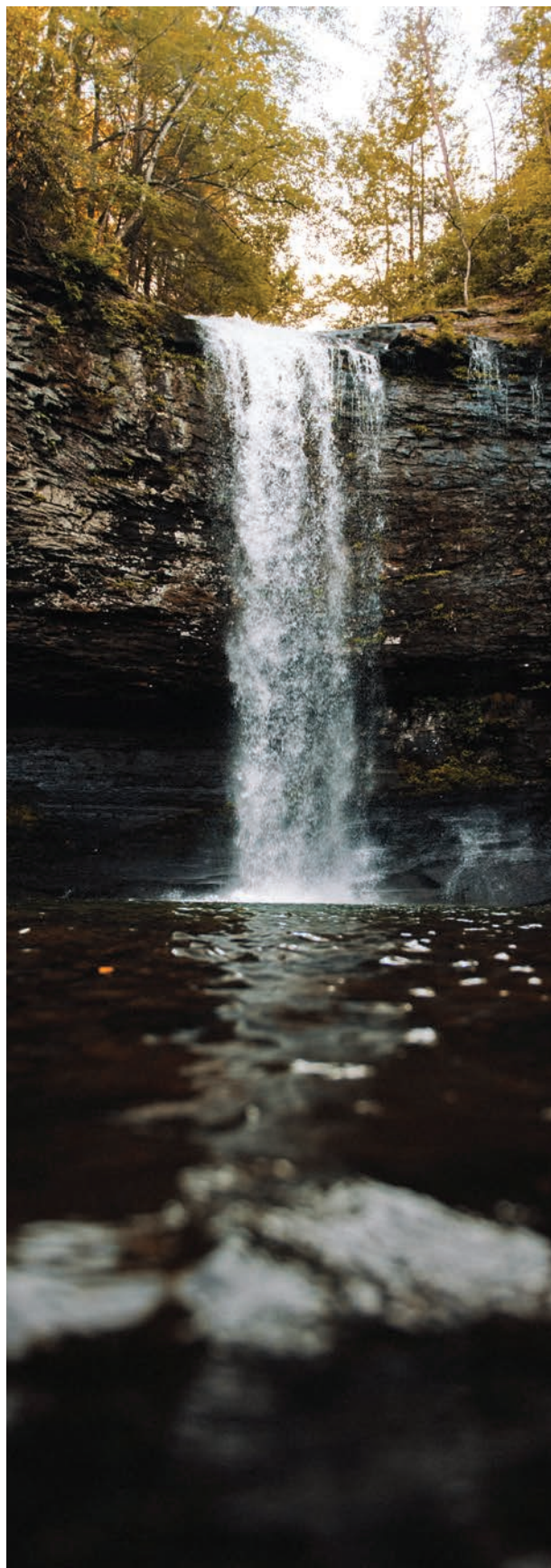
Por lo anterior, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua propuso llevar a cabo el *Estudio hidrogeológico del acuífero Xpujil*, Campeche para determinar y actualizar el conocimiento de las condiciones hidrogeológicas del acuífero Xpujil; contar con la información necesaria para ubicar sitios para la perforación de pozos de abastecimiento de agua potable para las estaciones del Tren Maya; estudiar la factibilidad de llevar a cabo la disposición del agua residual tratada, y definir el impacto del Tren Maya-Polos de Desarrollo en la calidad del acuífero, así como recomendar acciones tendientes al cuidado de la reserva de la biósfera (área natural protegida).

Modelo conceptual del acuífero Xpujil

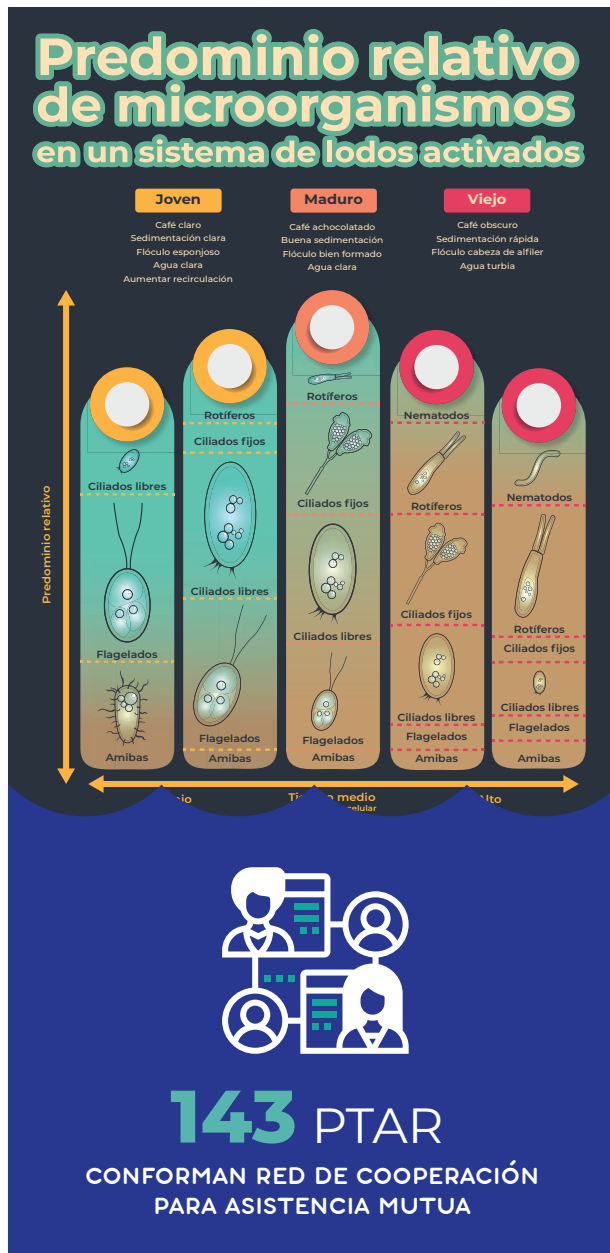


Los parámetros físicos medidos en los pozos muestran que la temperatura varía entre 28.4 y 30.2 °C, clasificándose como hipotermal; la conductividad eléctrica en siete de diez pozos es de 1005 a 2807 $\mu\text{s}/\text{cm}$, clasificándose como de agua no potable, y en tres de diez pozos esta es de 487 a 986 $\mu\text{s}/\text{cm}$; el pH fluctúa entre 6.5 y 7.23, concluyéndose que las aguas muestreadas son ligeramente ácidas y ligeramente alcalinas.

La caracterización hidrogeológica del acuífero Xpujil permite conocer la problemática de la zona de estudio debido a la calidad y cantidad del agua subterránea. El conocimiento de la zona de estudio muestra cómo una alternativa para el abastecimiento de agua, a la estación del Tren Maya en esta zona de Calakmul, es aprovechar el agua proveniente de los pozos que extraen agua de la zona de Silvituc, que tienen la capacidad para suministrar agua en cantidad y calidad adecuada para los usos requeridos en las estaciones de servicio, que beneficiarán al turismo, la población local, el medio ambiente y el acuífero.



7 DE 10
POZOS
ESTUDIADOS EN CAMPECHE
SON DE AGUA NO POTABLE



2.4 RED DE COOPERACIÓN DE ORGANISMOS OPERADORES

El IMTA conformó una comunidad de operadores de plantas de tratamiento de aguas residuales, geográficamente cercanas, para intercambiar experiencias de trabajo y resolución de problemas, exponer al menos dos temas técnicos de interés y conocer las instalaciones en operación.

PARTICIPANTE: Luciano Sandoval Yoval

Los organismos operadores del país tienen distintos niveles de consolidación técnica y económica. Cuando la asistencia técnica o la capacitación se realiza entre pares, suele haber mucha mayor receptividad por parte del personal que la recibe y la solución a problemas resulta mucho más evidente y expedita que si se tiene que efectuar por medios propios o recurrir a personal técnico externo.

Este proyecto logró sentar las bases para formar redes de cooperación entre 85 plantas de tratamiento de agua residuales (PTAR) de Puebla y 58 de Morelos para brindar asistencia técnica y capacitación a sus operadores, así como homologar los conocimientos técnicos y operativos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales a nivel estatal.

De esta forma, el IMTA contribuye con los organismos operadores para mejorar la prestación de servicios de saneamiento y apoyar en la preparación de personal capacitado en la operación de los sistemas de tratamiento. Además, esto ha significado un ahorro económico en los programas de actualización y capacitación del personal de operación.



2.5 AGUA Y ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA DE ETIOLOGÍA DESCONOCIDA

El IMTA evalúa la exposición al arsénico y fluoruros presentes en agua para uso y consumo humano como un factor de riesgo para la enfermedad renal crónica. Esta relación se investiga en localidades de los municipios de la zona norte y noroeste del estado de Guanajuato.

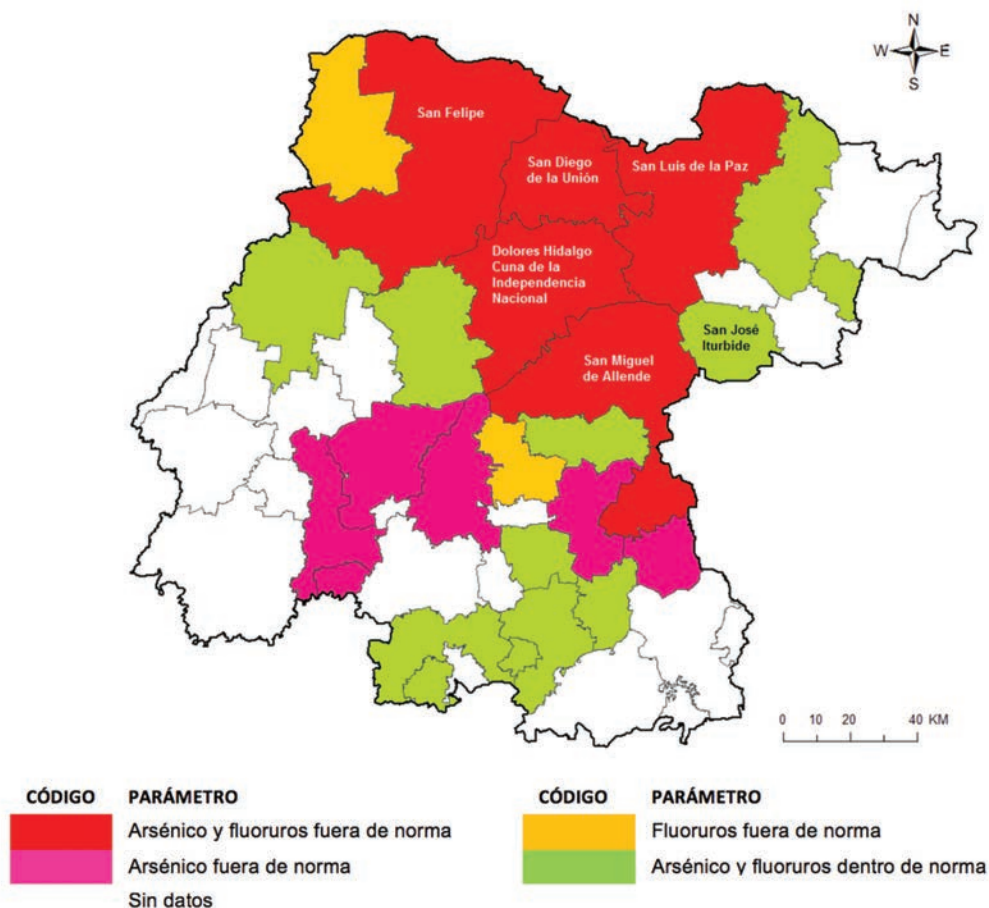
PARTICIPANTE: Juana Enriqueta Cortes Muñoz

El IMTA desarrolla el proyecto denominado *Determinación de la asociación de la calidad del agua para consumo humano como factor de riesgo en la enfermedad renal crónica de etiología desconocida en la zona norte del estado de Guanajuato.*

En las últimas décadas, la enfermedad renal crónica de etiología desconocida (Erccd), ha cobrado gran interés en diversas partes del mundo, debido a que este padecimiento no está asociado a los llamados

factores tradicionales o conocidos, tales como diabetes mellitus o hipertensión arterial. Algunos estudios de caso y epidemiológicos controlados, tanto *in vitro* como *in vivo*, han formulado como hipótesis que entre las determinantes de nefrototoxicidad y posibles factores de riesgo para Erccd se encuentran las exposiciones laborales y ambientales a fluoruros, arsénico y metales pesados divalentes (cadmio, mercurio y plomo), así como en el consumo de agua y alimentos que contienen estos contaminantes.

El IMTA evalúa la exposición a arsénico y fluoruros presentes en agua para uso y consumo humano como factores de riesgo para la Erccd, en localidades de seis municipios de la zona norte y noroeste del estado de Guanajuato. Lo anterior en virtud de que la enfermedad renal crónica es la segunda causa de muerte prematura entre la población de Guanajuato. Adicionalmente, datos recientes de la Conagua señalan que si bien en San José Iturbide el agua de abastecimiento cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la modificación del año 2000 a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental, Agua para Uso y



Consumo Humano. Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que debe Someterse el Agua para su Potabilización, en algunas zonas de los municipios de Dolores Hidalgo, San Felipe, San Miguel de Allende, San Diego de la Unión y San Luis de la Paz, las fuentes de abastecimiento presentan concentraciones de arsénico y fluoruros fuera de norma.

Este estudio se basa en la comprensión del comportamiento de los contaminantes y su toxicidad, así como de la exposición a los mismos y su dosis. De esta manera, incorpora datos de monitoreo de agua de las fuentes de abastecimiento, agua embotellada, suelos, alimentos y productos químicos utilizados en la cerámica, así como la aplicación de un cuestionario a mil participantes voluntarios,

hombres y mujeres, para evaluar la exposición a estos dos contaminantes y estimar las dosis crónicas diarias que ingresan al organismo a través de diferentes medios y vías. Además, se incluye la evaluación de la exposición a cadmio, mercurio y plomo, debido a la ubicuidad ambiental de estos metales divalentes y su potencial nefrotóxico.

Se espera que los resultados obtenidos permitan identificar población potencialmente en riesgo e identificar áreas prioritarias de atención para el mejoramiento de la calidad del agua de abastecimiento público, así como medidas de prevención y control ambiental que lleven a la reducción o eliminación de la exposición y con esto a la reducción y manejo de los riesgos a la salud asociados.



EN ALGUNOS MUNICIPIOS DE GUANAJUATO, LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PRESENTAN CONCENTRACIONES DE **ARSÉNICO Y FLUORUROS** FUERA DE NORMA





AGUA
Y PRODUCTIVIDAD

AGUA Y PRODUCTIVIDAD

CONOCIMIENTO PARA EL DESARROLLO
EQUITATIVO DE MÉXICO

3.1

SISTEMA
HIDROELÉCTRICO NECAXA

.....



3.2

PROYECTOS PRODUCTIVOS
CON ENERGÍAS RENOVABLES

.....



3.3

MONITOREO DE ZONAS
AGRÍCOLAS DE RIEGO

.....



3.4

TRATAMIENTO Y BIOENERGÍA

.....





AGUA Y PRODUCTIVIDAD:

CONOCIMIENTO PARA EL DESARROLLO EQUITATIVO DE MÉXICO

La investigación del nexo agua-energía-alimentos es una prioridad para diversas naciones; sin embargo, todavía es poco el éxito que se ha tenido en el diseño de una política que permita un adecuado manejo de estas interrelaciones. Por ello, es imperativo avanzar hacia la gestión adecuada de este nexo, cuyas interacciones dan lugar a impactos negativos que resultan del cruce entre los efectos por cambios en el clima, el incremento poblacional acelerado y la creciente urbanización del planeta. El IMTA trabaja en la generación de formas menos fragmentadas de gestión del agua, territorio, energía y recursos asociados, de tal manera que sea posible maximizar el bienestar social de México de una forma más equitativa, conservando el planeta y equilibrando las crecientes demandas de alimento y energía de la sociedad con el uso sustentable del agua.

3.1 SISTEMA HIDROELÉCTRICO NECAXA

La seguridad de las presas en México es una prioridad; por ello, el IMTA trabaja para mejorar las políticas de operación de los embalses, a fin de garantizar la operación segura de sus obras de excedencia y la seguridad de la población ubicada aguas abajo de estas obras.

PARTICIPANTE: José Avidán Bravo Jácome

El Sistema Hidroeléctrico Necaxa opera desde 1905. Comprende cinco presas que se encuentran en la región hidrológico-administrativa RH27 Tuxpan-Nautla. Cuatro de ellas pertenecen a la cuenca del río Necaxa (presas La Laguna, Necaxa, Tenango y Nexapa). La quinta presa (Los Reyes), sólo sirve para turbinar en la Central Hidroeléctrica Tezcapa, perteneciente al río Necaxa. Dicha central actualmente no opera; sus excedencias son enviadas al río Cazones.

Durante 2019, el IMTA realizó el *Estudio hidrológico e hidráulico del Sistema Hidroeléctrico Necaxa*, cuyo objetivo fue garantizar la seguridad hidrológica de todas las presas que conforman este sistema, especialmente ante la incidencia de eventos hidrometeorológicos extremos. Para ello se requirió proponer mejoras a la política de operación de las presas y revisar la capacidad de sus obras de excedencia y la capacidad hidráulica de los cauces aguas abajo.



3.2 PROYECTOS PRODUCTIVOS CON ENERGÍAS RENOVABLES



El IMTA desarrolla alternativas tecnológicas que permiten incrementar la disponibilidad hídrica (en zonas con alta salinidad) y aumentar la productividad de los cultivos, a la vez que se hace un uso sostenible del agua; solución que es dirigida a los pequeños productores ubicados en las zonas socialmente más vulnerables de México.

PARTICIPANTES: Ulises Dehesa Carrasco Eduardo Venegas Reyes, Javier Ramírez Luna

En el marco de acciones para garantizar el derecho humano al agua en zonas de alta vulnerabilidad, el IMTA ha desarrollado una línea de investigación sobre sistemas de desalinización, especialmente a través de la desalinización en sistemas productivos. Durante 2019 se puso en operación un área demostrativa de producción protegida de fresa, arándano y aguacate que utiliza agua proveniente del sistema de desalinización con energía solar.

En el área de cultivo de aguacates se plantaron 65 árboles de la variedad Hass de este fruto. El consumo de agua semanal por frutal pequeño se estimó en 25 litros y el consumo específico de energía fue de 1.4 kW/30 min., tres días por semana. El riego fue tecnificado, utilizando una bomba energizada con seis paneles fotovoltaicos que alimenta de agua a presión a los microaspersores. Los paneles se ubicaron en el techo del edificio del anexo 2 con el fin de optimizar espacios.

Respecto a la construcción del área demostrativa de cultivo de arándanos y fresa, se priorizó la construcción de la unidad utilizando materiales de fácil adquisición y bajo costo. Esto con el fin de replicarlas en comunidades con alto índice de marginación utilizando materiales locales.

La unidad demostrativa de sistemas de desalinización ha permitido evaluar el funcionamiento de los sistemas de desalinización, a largo plazo, en términos de la calidad del agua, su consumo energético y su producción diaria. Como resultado, se obtuvo que un sistema de desalinización puede alimentar el bombeo de unidades de riego de aproximadamente 2 ha de aguacate para un funcionamiento continuo del bombeo y una alimentación de áreas hidropónicas con reciclado de nutrientes. Además, se estima que los sistemas de desalinización en áreas

productivas con agua salobre para el cultivo de fresas y arándanos puede ser rentable. Esta experiencia muestra que el uso de energías alternativas y sistemas productivos pueden ser una alternativa para fomentar el uso altamente eficiente del agua.



**FACTIBLE
EL CULTIVO**

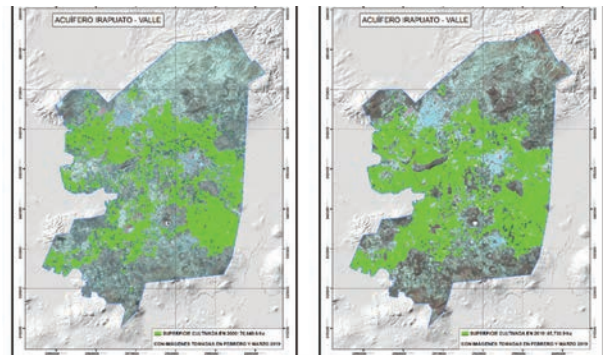
DE FRESA Y ARÁNDANO
CON AGUA DESALINIZADA

3.3 MONITOREO DE ZONAS AGRÍCOLAS DE RIEGO

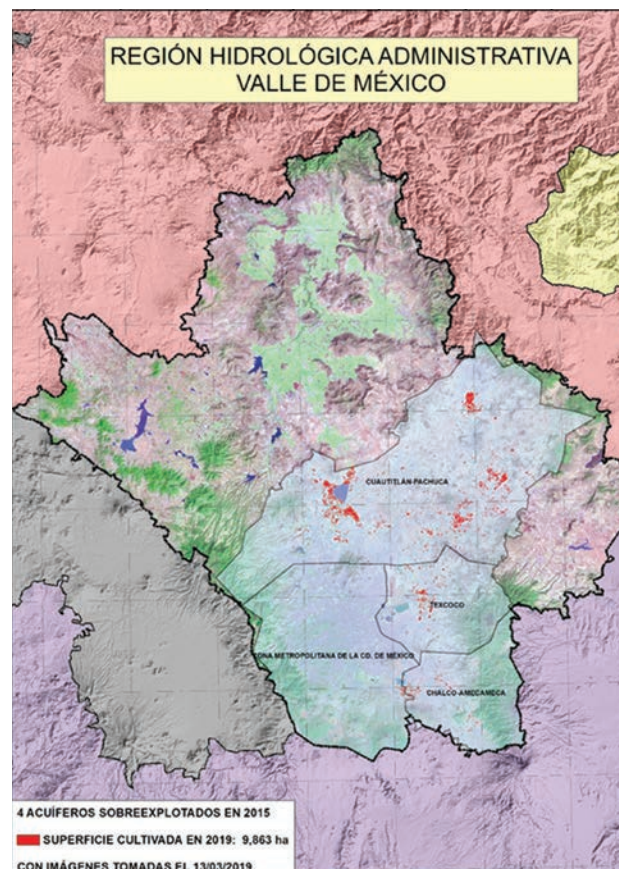
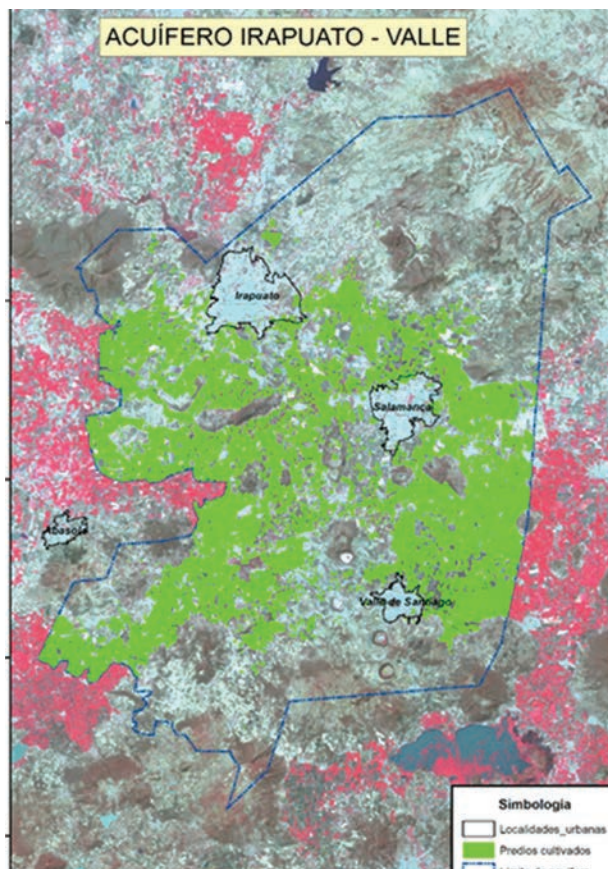
A fin de ubicar, cuantificar y evaluar los cambios en la superficie con cultivos de riego en zonas áridas y con acuíferos sobreexplotados de México, el IMTA utiliza imágenes de satélite para favorecer el uso eficiente de la infraestructura de riego y disminuir las extracciones de agua subterránea de estas regiones. Con esto se provee de evidencia científica al proceso de asignación de volúmenes que permitan alcanzar el equilibrio entre disponibilidad, consumo y demanda de agua.

PARTICIPANTE: Jorge Enrique Brena Zepeda

Con el propósito de ubicar, cuantificar y evaluar los cambios en la superficie con cultivos de riego ubicada en acuíferos sobreexplotados de la zona árida del país empleando series de imágenes de satélite e información complementaria, se desarrolló la primera etapa del proyecto *Monitoreo de zonas agrícolas de riego sobre acuíferos localizados en zonas áridas de México*.



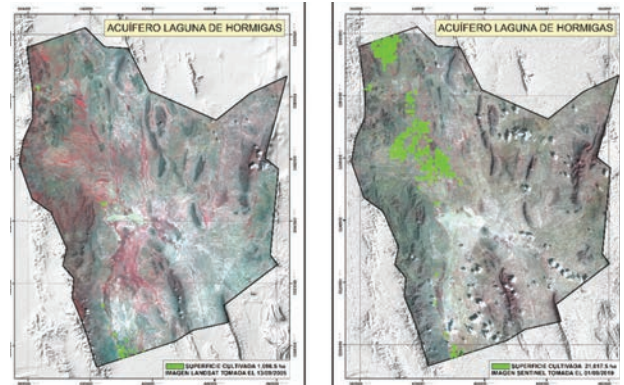
El proyecto logró obtener una superficie de 1,581,989 ha de zonas con cultivo de riego distribuidas en 107 acuíferos, ubicados en ocho regiones hidrológico-administrativas; se desarrolló una metodología para la ubicación, cuantificación y distribución de las superficies cultivadas con riego mediante imágenes de satélite; se consiguió la cobertura de imágenes de los satélites Landsat y Sentinel 2, tomadas en 2018 y 2019, y se elaboraron los espaciomaps Landsat de ocho de las 13 regiones hidrológico-administrativas:





Península de Baja California, Noroeste, Río Bravo, Cuencas Centrales, Pacífico Norte, Lerma Santiago Pacífico, Valle de México y Balsas. El equipo de trabajo elaboró los mapas de las zonas con cultivo de riego en cada uno de los 107 acuíferos. Especialmente para los acuíferos Laguna de Hormigas, Principal Región Lagunera e Irapuato Valle se generó una serie multitemporal de mapas de zonas cultivadas para observar los cambios en la superficie agrícola desde una fecha inicial al presente.

Esta información sirve de apoyo a programas de manejo y uso eficiente de la infraestructura de riego, favoreciendo su desempeño por un mayor lapso de tiempo al disminuir las extracciones de agua subterránea, útil para los estudios de balance hídrico (recarga-extracción) para favorecer la permanencia *in situ* de la superficie de producción agrícola. Asimismo, ofrece valiosa información para el proceso de asignación de concesiones de volúmenes tendientes a favorecer el equilibrio entre disponibilidad, consumo y demanda de agua.





SE ESTUDIARON **107**
ACUÍFEROS
PARA EL RIEGO EN ZONAS
ÁRIDAS DE MÉXICO





3.4 TRATAMIENTO Y BIOENERGÍA

Creamos nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales que permiten remover simultáneamente materia orgánica, nutrientes y contaminantes emergentes, y generar bioenergía

PARTICIPANTE: Petia Mijaylova Nacheva

ETAPA 1. Evaluación de biorreactores con biomasa inmovilizada.

La remoción de fármacos del agua residual utilizando tratamientos convencionales es incompleta, y para mejorar su eliminación se requiere de desarrollo de tecnología novedosa, como el biorreactor con membranas, que permite obtener efluentes de alta calidad. Sin embargo, esta tecnología presenta variaciones en la remoción de fármacos y no es capaz de eliminar algunos compuestos, como la carbamazepina, el diclofenaco y el oxazepam, entre otros.

Este proyecto propone evaluar el desempeño de dos configuraciones de biorreactores con biomasa in-

movilizada y membrana sumergida, a fin de dar claridad sobre la capacidad de la biomasa inmovilizada para remover fármacos en sistemas con biopelículas y en sistemas combinados con membranas sumergidas en los reactores. Estos sistemas pueden ser utilizados en zonas rurales de baja densidad poblacional y en zonas urbanas, lo que permite oportunidades de reúso de agua para riego de áreas verdes y el abastecimiento de fuentes y lagos artificiales.

Esta evaluación de biorreactores indicó la posibilidad de remover simultáneamente sólidos suspendidos, materia orgánica, nitrógeno y compuestos emergentes. Uno de ellos (aerobio cilíndrico) tuvo un excelente desempeño para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Respecto a la remoción de contaminantes emergentes, se obtuvieron remociones globales de tres fármacos superiores a 99.6 %.

La evaluación del prototipo del biorreactor integral se realizó a escala real, instalándolo en la planta de tratamiento de aguas residuales del Texcal, Morelos, verificando su efectividad en el tratamiento de aguas residuales.





TASAS DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES SUPERIORES AL

99% CON PROTOTIPO DE BIORREACTOR







AGUA Y AMBIENTE

AGUA Y AMBIENTE

INVESTIGAR PARA REGENERAR EL PAÍS

4.1

RÍO YAQUI

.....



4.2

MICROPLÁSTICOS

.....



4.3

REHABILITACIÓN DE PLANTAS
POTABILIZADORAS DEL SACMEX

.....



4.4

RÍO CUAUTLA

.....



4.5

PLANTAS INVASORAS

.....





AGUA Y AMBIENTE:

INVESTIGAR PARA REGENERAR EL PAÍS

El rápido desarrollo global ha puesto una gran cantidad de presión sobre nuestro planeta, a un grado tal, que estamos en peligro de desencadenar cambios repentinos y de no retorno en el ambiente global; cambios que ponen en riesgo el aseguramiento de salud y prosperidad para todas las naciones. En el IMTA estamos convencidos de que es posible producir desarrollo y movernos hacia un mundo sin pobreza e injusticia, y al mismo tiempo proteger y respetar la belleza y riqueza de la naturaleza.

El estrés bajo el cual se encuentra nuestro planeta resulta de la injerencia de nuestra especie: contaminación química, aerosoles, degradación de suelos y agua, sobredosis de nutrientes y rápida pérdida de especies y hábitats. Por ello, el IMTA investiga y genera conocimiento relativo al agua con el fin de ayudar a mantener la habilidad de todos los ecosistemas para dar soporte al mundo moderno y su desarrollo.

4.1 RÍO YAQUI

El IMTA identificó los puntos más críticos de contaminación en el río Yaqui, determinando la concentración, el origen y la constitución fisicoquímica de cada contaminante; un ejercicio único en México que permite mejorar y crear nuevos criterios de evaluación y monitoreo medioambiental en cuencas hidrológicas, especialmente bajo presencia de contaminación difusa.

PARTICIPANTES: Dra. Sofía Esperanza Garrido Hoyos

El proyecto *Estimación y dispersión de contaminantes en el río Yaqui (Sonora, México): evaluación y riesgos ambientales* logró integrar el inventario preliminar sobre la contaminación de este río y presentó el modelo preliminar de dispersión y transporte de contaminantes hasta el golfo de California, así como el estudio de la posible bioacumulación y/o biomagnificación de los contaminantes en la cadena trófica del ecosistema acuático.

Para la elaboración de este proyecto se realizaron varias visitas de campo: en julio y noviembre de 2017, en marzo y diciembre de 2018 y en marzo de 2019. En la primera, de tipo prospectiva, se logró identificar y acotar la zona de estudio y se tomaron muestras de agua, sedimento y organismos; en las subsiguientes se dio continuidad a aquellos puntos de interés que resultaron del primer muestreo.

Se procesó la información, se determinaron la concentración, el origen y la forma fisicoquímica de cada contaminante identificado, y se compararon con la normatividad vigente para cada caso.

La finalidad de elaborar un inventario de la contaminación es identificar y determinar la posible bioacumulación y/o biomagnificación de los contaminantes en la cadena trófica del ecosistema, evaluando y monitoreando el impacto de contaminantes, para proponer medidas de mitigación que contrarresten los daños ambientales y de salud pública.

Por otra parte, el estudio de metales realizado se enfocó en la interacción del agua, el sedimento y los organismos presentes en la laguna Tóbari, la cual fue declarada sitio de la Red Hemisférica de Reservas para las Aves Playeras en la categoría “Internacional”.

El desarrollo de este trabajo y los resultados obtenidos podrán ser considerados como de referencia por los tomadores de decisiones para la definición de nuevos o mejores criterios de evaluación y monitoreo medioambiental en las cuencas hidrológicas. La contaminación difusa presente en la zona de estudio se atribuye al transporte y transformación de desechos presentes e incorporados de manera no puntual. Esto nos muestra un panorama de acumulación de contaminantes, como resultado del estudio de la dispersión y transporte de contaminantes inorgánicos u orgánicos presentes en la cuenca del río Yaqui.



4.2 MICROPLÁSTICOS

La atención a la contaminación por microplásticos es una prioridad global, por lo que el IMTA genera estrategias experimentales para el manejo de muestras que permitan reducir el riesgo de contaminación, y prueba secuencias de tratamiento que permitan su depuración.

PARTICIPANTES: Yolanda Pica Granados

México carece de información sobre microplásticos en aguas interiores y en fuentes de suministro. Por esta razón, el IMTA trabaja desde 2018 en la investigación de microplásticos en cuerpos de agua. La evidencia encontrada motivó a desarrollar nuevos métodos de muestreo y de procesamiento de muestras para su utilización en cuerpos de agua (por ejemplo, en embalses), plantas potabilizadoras, sedimentos y organismos de importancia ecológica y alimentaria.

Este proyecto permitió definir una metodología que reduce las impurezas asociadas a la presencia de celulosa y lignina en muestras representativas del lago de Chapala y la presa Valle de Bravo. Sin embargo, estos residuos no logran eliminarse totalmente sin importar los trenes de tratamiento

que sean empleados (técnicas de oxidación, como oxidación simple con peróxido, oxidación avanzada y ozonación, seguidas de filtración por membranas de fibra de vidrio). Se observó que la mejor alternativa fue la oxidación simple seguida de ozonación por cuatro horas. La identificación de microplásticos por medios microscópicos permitió observar que las fibras plásticas son las formas dominantes de microplásticos en los cuerpos de agua analizados, encontrándose en el lago de Chapala y la presa Valle de Bravo, tanto en agua como en sedimentos. De igual forma, estos contaminantes se encuentran en los influentes de las plantas potabilizadoras de Los Berros y Miravalle.

La investigación permitió realizar en las instalaciones del IMTA el *Primer taller de microplásticos ambientales: mejores prácticas para el desarrollo de métodos robustos para su análisis (QA/QC)* con la participación del Dr. Jeremy Landon Conkle de la Universidad de Texas en Corpus Christi y de la Dra. Bonnie Hamilton de la Universidad de Toronto. Asistieron estudiantes e investigadores del IMTA, así como del CIB-UAEM, CIQ-UAEM, UNAM, UAM-Iztapalapa, Upemor, ININ, UAM-Xochimilco, Organización de Aguas de México S. A de C.V y UP Guerrero. Esto con el propósito de que nuevos grupos de investigación sumen sus esfuerzos a la generación de evidencias sobre microplásticos en los cuerpos de agua de México, asegurando la calidad de sus mediciones.



4.3 REHABILITACIÓN DE PLANTAS POTABILIZADORAS DEL SACMEX

La vinculación con el conocimiento de punta en temas del agua, para mejorar el quehacer de los organismos encargados de dar servicio de agua potable a ciudades, permite al IMTA incidir de forma directa en el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

PARTICIPANTES: Alejandra Martín Domínguez, Silvia Lucila Gelover Santiago, Sara Pérez Castrejón, María de Lourdes Rivera Huerta, Martín Piña Soberanis, Arturo González Herrera, Iván Emanuel Villegas Mendoza, Carlos Silva Luna, Miguel Arturo López Zúñiga y Miguel Ángel Mejía González

La Ciudad de México se abastece de agua de fuentes ubicadas fuera de la cuenca, como del valle del Lerma y del Sistema Cutzamala (38 %); manantiales y ríos (14 %), y del acuífero del valle de México (48 %). El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (Sacmex) atiende la demanda de agua potable para 8.9 millones de habitantes y una población flotante de 4.2 millones.

El IMTA, consciente de la importancia que tiene el que se provea agua potable a los usuarios, realizó para el Sacmex los trabajos denominados: *Proyectos funcionales para la rehabilitación integral de 16 plantas potabilizadoras en la ciudad de México y Estudios de diagnóstico, diseños funcionales y elaboración de términos de referencia para la rehabilitación integral de seis plantas potabilizadoras en la Ciudad de México.*



SE ESTUDIARON
22 PLANTAS POTABILIZADORAS
DE LA CDMX PARA SU REHABILITACIÓN



Para la rehabilitación de las plantas potabilizadoras se llevaron a cabo pruebas de tratabilidad a escala piloto y semipiloto, con agua de elevada contaminación. También se caracterizó, conforme a la NOM-127-SSA1-1994 (modificación del año 2000), la calidad del agua de los influentes y efluentes de cada planta, incluyendo parámetros que son útiles para complementar los requerimientos de potabilización. Se realizó el diagnóstico de la infraestructura por medio de recorridos por las instalaciones y se recopiló información relacionada con el estado físico de los sistemas, las condiciones de operación y los problemas recurrentes de cada planta.

Se entregaron los diseños funcionales de rehabilitación o reingeniería de 22 plantas potabilizadoras,

que incluyeron la recuperación del agua de retrolavado de los filtros granulares, así como la optimización del sistema de bombeo para lograr un mejor manejo del caudal entre la entrada y la salida de las plantas. Por otro lado, debido a la elevada contaminación que presentan algunas zonas de extracción de agua subterránea en la Ciudad de México, se llevó a cabo un estudio de identificación de horizontes saturados con agua de buena calidad en cinco pozos de extracción del Sacmex. Esto con la finalidad de proponer opciones para mejorar la calidad del agua extraída y simplificar los procesos de potabilización. Con los resultados obtenidos en este estudio, se propusieron los trenes de tratamiento más adecuados para el resto de plantas potabilizadoras que maneja el Sistema de Aguas de la Ciudad de México.



4.4 RÍO CUAUTLA

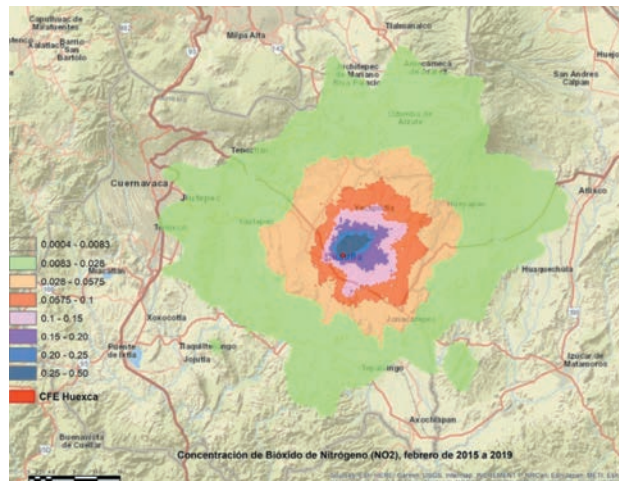
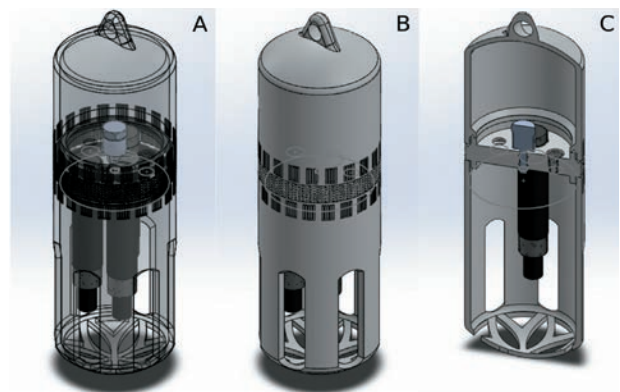
El cuidado del ambiente es primordial ante el desarrollo de nueva infraestructura. Conocer el estado original de un ecosistema antes de su presencia es fundamental para asegurar y preservar el ambiente. Por ello, el IMTA realiza un estudio en el río Cuautla a fin de caracterizar las diferentes variables ambientales necesarias para revisar un posible impacto por la presencia de la central termoeléctrica de Huexca.

PARTICIPANTES: Jorge L. Izurieta Dávila, Perla Alonso Eguía Lis, Yolanda Pica Granados, Marco Antonio Mijangos Carro, José Javier Sánchez Chávez, Olivia Rodríguez López, Indalecio Mendoza Uribe

Con la entrada en operación de la termoeléctrica de Huexca en la cuenca del río Cuautla, no existe certeza de los posibles impactos ambientales que se pudieran ocasionar en la cantidad y calidad del recurso hídrico en la cuenca, como el río Cuautla y afluentes, en la alteración de la vegetación aledaña a la planta, y los efectos por la emisión de contaminantes atmosféricos en el área circundante de la misma. Por lo anterior, el IMTA consideró necesario estudiar los factores ambientales que pudieran verse alterados por la entrada en operación de la planta termoeléctrica.

En este proyecto se planteó generar la línea base del entorno ambiental asociado a la termoeléctrica de Huexca para evaluar las diferencias antes y después de su entrada en operación. Se logró integrar la línea base de las condiciones actuales en los aspectos de calidad del agua y macroinvertebrados, la definición de las condiciones de dispersión atmosférica para el mes de febrero y el desarrollo del diseño de un equipo de bajo costo para el monitoreo ambiental con sistema de transferencia de datos. Esto último permitirá llevar a cabo un seguimiento en tiempo real de los cambios en la calidad del agua en un río sujeto a descargas de contaminantes.

Este tipo de estudios tienen como fin la protección del medio ambiente al definir las principales zonas de impacto, así como los contaminantes principales que son vertidos a los cuerpos de agua y la atmósfera. Su medición continua permite comparar los datos en tiempo real con los umbrales definidos en la normativa vigente, a fin de controlar la contaminación y conservar la calidad del agua del río.



4.5 PLANTAS INVASORAS

Esta intervención del IMTA permitirá que en México se construya un acervo nacional sobre las plantas acuáticas exóticas invasoras presentes en los cuerpos de agua y su grado de infestación. Esta información es de vital importancia tanto para el manejo y conservación del agua como para la definición de políticas públicas que atiendan los problemas de salud, ambientales y económicos asociados a este problema.

PARTICIPANTES: Maricela Martínez

En México se ha identificado un total de ochocientas especies exóticas invasoras, de las cuales 665 son plantas, tales como el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), el carrizo gigante (*Arundo donax*) y la Hydrilla (*Hydrilla verticillata*). Estas fueron introducidas hace más de cien años y que provocan graves problemas ecológicos en los cuerpos de agua, con repercusiones económicas y de salud de la población.

La acumulación de grandes cantidades de plantas acuáticas provoca el estancamiento de agua, lo cual disminuye el oxígeno disuelto y, por consiguiente, ocasiona la muerte de especies acuáticas. Por otra parte, su presencia favorece el desarrollo de organismos vectores de enfermedades graves y hasta mortales, como el dengue, la filariasis, la helmintiasis, la encefalitis, el paludismo y la fiebre amarilla, entre otras. Su alta tasa reproductiva y adaptativa, junto con la gran concentración de nutrientes provenientes de la actividad agrícola, ha dado lugar a su crecimiento explosivo, llegando a cubrir por completo algunos cuerpos de agua del país.

En este proyecto de investigación se inició el mapeo de los principales embalses del país (71, ubicados en 19 estados), a fin de identificar cada una de las especies presentes en los cuerpos de agua nacionales y cuantificar el grado de infestación. De esta manera es posible establecer una relación de los regímenes hídricos en la cuenca y su influencia en la distribución de especies ya presentes y aquellas que se pueden convertir en un problema, sean estas nativas o exóticas. En estos embalses se detectaron 42 especies, de las cuales 10 son exóticas invasoras, 28 nativas con comportamiento de invasoras y 4 nativas, siendo el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*)

la principal especie acuática exótica invasora presente en casi todos los cuerpos de agua revisados.

Adicionalmente, se capacitó a personal de diferentes dependencias gubernamentales en el manejo de estas especies por medio de un curso teórico-práctico. Como parte de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México, el presente proyecto está enmarcado en el objetivo estratégico para prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras. Gracias a esta intervención del IMTA se ha iniciado en México la construcción de un acervo nacional sobre las plantas acuáticas exóticas en cuerpos de agua y su grado de infestación; información que resulta de vital importancia en el manejo y conservación del agua y para la definición de políticas públicas que atiendan los problemas de salud, ambientales y económicos que representa este problema.







IMTA TRANSVERSAL

IMTA TRANSVERSAL

5.1

EL ACUEDUCTO

.....



5.2

INSTITUTO NACIONAL
DE SALUD PÚBLICA

.....



5.3

CONACYT

.....



5.4

FUNDACIÓN AVINA

.....





IMTA TRANSVERSAL

El Instituto trabaja continuamente en la tarea de estrechar lazos de colaboración con diversas instituciones tanto del sector ambiental como de la sociedad civil organizada, la academia y el sector privado, para convertirse en la inteligencia hídrica de México y consolidar las bases técnicas y científicas que sustenten la importancia del agua como el motor del desarrollo económico y social del país.

5.1 EL ACUEDUCTO

El Acueducto, órgano interno de comunicación del IMTA fue, sin duda, su publicación periódica con mayor trayectoria, en donde quedó documentada, en buena medida, su vida institucional y se dio cuenta del desarrollo tanto de los proyectos abordados por el Instituto como el de su personal.

El Acueducto se erigió como el medio de unión en el que se reflejaba el sentir de la comunidad; de alguna manera, las personas se reconocían en su contenido. Es por ello que este año, la Junta Directiva decidió la reapertura de sus páginas, recobrando así un instrumento valioso de nuestra memoria institucional.

En esta 5ª época, *El Acueducto* será publicado trimestralmente con información originada en cada una de las coordinaciones técnicas del Instituto. De esta manera, el primer número, que corresponde al periodo enero-marzo de 2020, destaca algunas de las principales actividades y personajes de la Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua.

Con esta iniciativa, realizaremos un ejercicio de comunicación interna, principalmente, que también será parte de las actividades de divulgación y promoción de la calidad de los productos y servicios tecnológicos especializados que ofrecemos a la sociedad.

Esperamos que este esfuerzo sirva para lograr una convivencia armónica, fundamentada en un espíritu de superación personal en los campos académico, científico y técnico, y nos haga sentir orgullosos de ser parte de la comunidad del IMTA, siempre al servicio de nuestro país.

Gaceta del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
5ª época, número 1, enero-marzo, 2020.

Contaminación por microplásticos
Colaboración con el Sistema de Aguas de la Ciudad de México
Uno a uno con Petia Mijaylova

RENACE
EL ACUEDUCTO EN SU 5ª ÉPOCA





IMTA E INSP
FIRMAN CONVENIO DE COLABORACIÓN

5.2 INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA

El IMTA y el Instituto Nacional de Salud Pública, organismo público descentralizado del Gobierno Federal, conscientes de que el agua desempeña un papel de gran relevancia en la salud de las personas, consideran necesario promover de manera conjunta actividades que garanticen el derecho a la salud, a un medio ambiente sano, al agua y al saneamiento. Por ello firmaron el 24 de octubre de 2019 un convenio marco de colaboración, cuya finalidad es, entre otras acciones: el desarrollo conjunto de proyectos de investigación, la prestación de asistencia técnica y científica, el apoyo a la enseñanza y capacitación de investigadores para incrementar su capacidad y conocimientos, y el intercambio académico entre ambas instituciones de sus investigadores, personal y estudiantes.



Dentro de las intervenciones conjuntas que se esperan como resultado de la firma de este instrumento jurídico están dos proyectos preaprobados dentro de la convocatoria de Proyectos Nacionales Estratégicos del Conacyt.

5.3 CONACYT

El IMTA mantiene una relación cercana con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por su carácter de centro público de investigación, concedido en el año 2009. Como parte del estrechamiento de esta vinculación, recibimos en fecha reciente la visita de su directora general, Dra. María Elena Álvarez Buylla, con quien se acordaron diversas líneas de trabajo conjuntas que se enmarcan en las nuevas convocatorias del Consejo.

Durante 2019, el Instituto fue invitado por el Conacyt a participar en temas de interés nacional, como son la atención al problema de arribazones masivas de sargazo en el mar Caribe, el proyecto del Complejo Cultural del Bosque de Chapultepec y el diagnóstico y la gestión integrada de los recursos hídricos en las subcuencas del exlago de Texcoco.



FINANCIAMIENTO

DEL CONACYT A 13
PROYECTOS DEL IMTA



De igual forma, la participación de la comunidad académica del IMTA quedó de manifiesto a partir del desarrollo de 13 proyectos financiados con fondos Conacyt, los cuales se enlistan a continuación:

<p>NOMBRE DEL PROYECTO Modelo interdisciplinario para ejercer el derecho humano al agua y al saneamiento en zonas rurales marginadas de México.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Denise Freitas Soares de Moraes FONDO Fondo Institucional de Fomento Regional Para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (Fordecyt) 80575</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Generación de un inventario nacional de corrientes marinas, mareas y procesos asociados (dinámica sedimentaria) y su variabilidad bajo distintas condiciones ambientales.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Efraín Mateos Farfán FONDO Conacyt-Instituto de Ingeniería de la UNAM</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Optimización de los procesos de tratamiento de residuos provenientes de la remoción de arsénico en agua para consumo humano.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Sofía Esperanza Garrido Hoyos FONDO Fondo Institucional del Conacyt (Foins)</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Desalinización de agua subterránea salobre mediante energía solar para aplicaciones de riego agrícola en zonas rurales.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO José Javier Ramírez Luna FONDO Fondo Institucional del Conacyt (Foins)</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Plataforma WEB informativa sobre usos del agua en la agricultura nacional.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Alberto González Sánchez FONDO Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Implementación de sistemas de desalinización mediante tecnología fotovoltaica y nanofiltración en la Mesa Central de México.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Eduardo Venegas Reyes FONDO Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (Fordecyt) 80575</p>

<p>NOMBRE DEL PROYECTO Evaluación de la calidad y cantidad de agua del río Cuautla, Morelos, sus afluentes y descargas de aguas residuales.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Norma Ramírez Salinas FONDO Fondo Sectorial de Investigación y desarrollo Sobre el Agua</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Estrategia para estimar y calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la cuenca del Río Apatlaco, que coadyuve en la educación ambiental de la población en el Estado de Morelos.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Gabriela Mantilla Morales FONDO Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica Conacyt-Morelos</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Dinámica poblacional de consorcios microbianos en celdas de biocombustible usadas para el tratamiento de desechos líquidos con alto contenido de materia orgánica.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Petia Mijaylova Nacheva FONDO Fondo Sectorial De Investigación Para La Educación (80244)</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Dinámica de benzo(a)pireno en medios porosos y su repercusión en la contaminación del agua.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Anne Margrethe Hansen FONDO Fondo Sectorial de Investigación para la Educación (80244)</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Evaluación de la disponibilidad de la energía y la potencia de las olas; determinación de las condiciones medias y extremas de oleaje en la zona costera.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO José Antonio Salinas Prieto FONDO Fondo Institucional del Conacyt (Foins)</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Modelo de simulación dinámica de La Laguna para la evaluación de escenarios socioeconómicos y climáticos.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO Héctor Sanvicente Sánchez FONDO Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua</p>
<p>NOMBRE DEL PROYECTO Vigilancia de la sequía agrícola y evaluación de su probabilidad de ocurrencia en zonas áridas de México mediante el Sistema del índice de Estrés Agrícola (ASIS) de la FAO.</p>	<p>JEFE DEL PROYECTO David Ortega Gaucín FONDO Conacyt</p>

5.4 FUNDACIÓN AVINA

Durante 2019, el IMTA suscribió un convenio de colaboración con la Fundación Avina, entidad latinoamericana que promueve la sustentabilidad a partir de procesos colaborativos que generen impactos positivos a gran escala.

La Fundación cumple su misión por medio de la construcción y fortalecimiento de procesos colaborativos de cambio entre actores de distintos sectores para impactar, de manera positiva, en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (promovidos por la ONU para mejorar nuestro mundo) con particular interés en participar con instituciones líderes a lo largo y ancho de Latinoamérica.

Gracias a este convenio, el IMTA transfiere conocimiento a otras naciones de América Latina a través de un ejercicio de trabajo colaborativo que deviene en desarrollo de innovación social y tecnológica, y promueve el desarrollo sustentable regional y comunitario en zonas urbanas y rurales. Esta convergencia de intereses da lugar a la coordinación de acciones y al posicionamiento de agendas para alcanzar soluciones realistas y un cambio duradero en aquellas comunidades con mayor grado de exposición y vulnerabilidad.

El IMTA y la Fundación Avina coinciden en la importancia de impulsar y potenciar la cooperación mutua y están convencidos de la necesidad de promover, conjuntamente, programas de cooperación científica y técnica en el sector de agua, así como la realización de investigaciones para auspiciar y estimular el desarrollo sustentable.



El IMTA y la Fundación Avina

IMPULSAN COOPERACIÓN CIENTÍFICA
Y TÉCNICA EN EL SECTOR AGUA





IMTA GLOBAL

IMTA GLOBAL

6.1

CONFERENCIA INTERNACIONAL
DE HIDROINFORMÁTICA

.....



6.2

CATEDRA UNESCO Y ESPACIO
DE CONOCIMIENTO IMTA

.....



6.3

CENTRO REGIONAL
PARA LA SEGURIDAD
HÍDRICA (CERSHI) – UNESCO

.....



6.4

COOPERACIÓN INTERNACIONAL
TÉCNICA Y CIENTÍFICA

.....





IMTA GLOBAL

Si bien el conocimiento y experiencia técnica y científica del IMTA están al servicio de México, uno de los objetivos de la presente administración es extender este impulso más allá de nuestras fronteras, comenzando con los países hermanos de la región latinoamericana. Por eso, exploramos intensamente mecanismos de cooperación y redes académicas para contribuir al fortalecimiento de sus capacidades humanas e institucionales y, de esta manera, establecer el recurso agua como uno de los principales motores de su desarrollo social y económico.

6.1 CONFERENCIA INTERNACIONAL DE HIDROINFORMÁTICA

La organización, por primera vez en México, de esta conferencia internacional coloca a nuestro país y al IMTA como referentes en la promoción y divulgación del conocimiento tecnológico de frontera en temas de agua, y les permite retomar el liderazgo regional en el desarrollo científico y tecnológico aplicado a la solución de problemas relacionados con el agua.

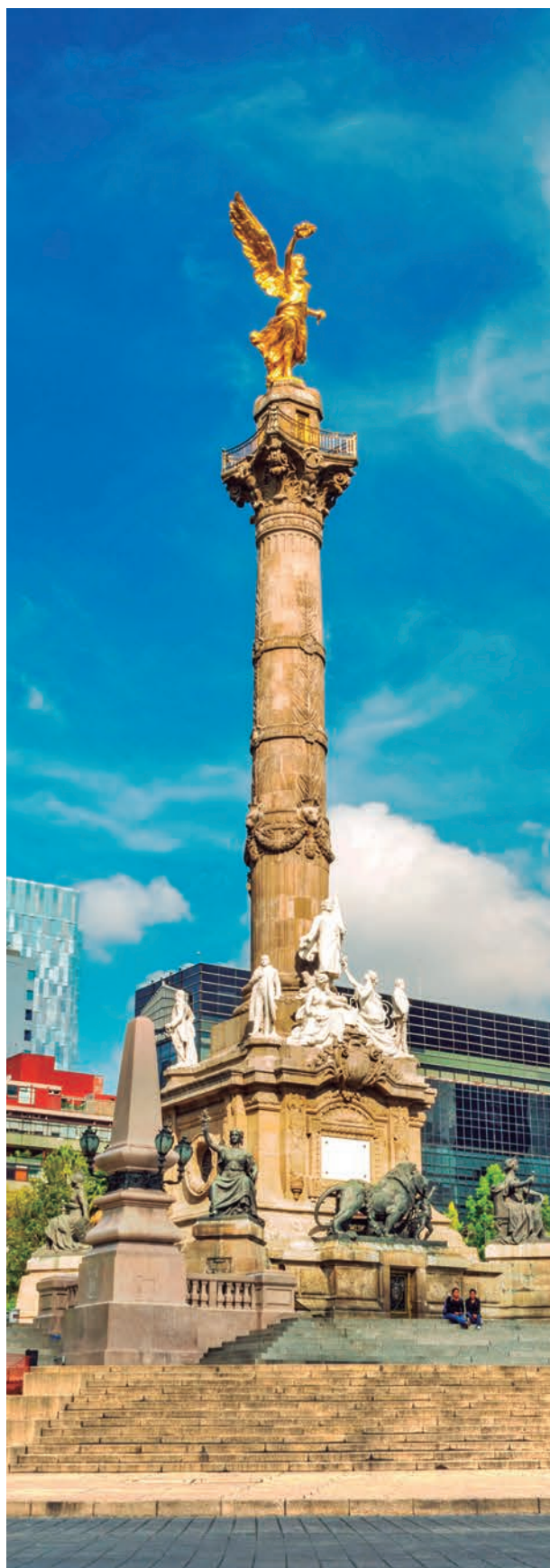
El IMTA, en colaboración con la UNAM, organiza la XIV Conferencia Internacional de Hidroinformática, auspiciada por dos de las asociaciones internacionales más importantes relacionadas con la investigación en temas relativos al agua: la *Water Association* y la *International Association for Hydro-Environment Engineering and Research*.

Uno de los principales objetivos de la hidroinformática es generar, con oportunidad y calidad, datos y tecnología que respalden la toma de decisiones de autoridades y especialistas al momento de estructurar políticas públicas, enfrentar retos cada vez mayores y garantizar un ordenamiento sostenible de los ecosistemas y los recursos acuáticos para las próximas generaciones.

La XIV Conferencia Internacional de Hidroinformática será el foro más relevante en el campo de las ciencias del agua y la informática, donde se intercambiarán ideas, se promoverán tecnologías innovadoras y se propondrán nuevas y más extensas colaboraciones, a fin de encontrar las mejores soluciones para la gestión del agua y la preservación del medio ambiente.

La XIV Conferencia Internacional de Hidroinformática tendrá lugar en la Ciudad de México, en enero de 2021. Hasta el momento se han recibido 320 ponencias y se cuenta con la confirmación de cinco conferencistas magistrales de renombre internacional. Asimismo, se contempla la organización de una mesa redonda sobre la digitalización de información asociada al agua.

La humanidad enfrenta hoy grandes desafíos y, sin duda, el más importante de ellos tiene que ver con la gestión del agua, elemento sin el cual es imposible concebir la vida en nuestro planeta. El arribo de la llamada era digital y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han llevado a los científicos del agua a desarrollar y utilizar sistemas inteligentes de monitoreo que favorecen un manejo más eficien-



te del agua, y han propiciado la evolución en la administración y la operatividad de la infraestructura hidráulica y en el uso de datos hidrológicos. Estos avances y logros, han generado y marcado el surgimiento de una nueva era en la ingeniería hidráulica: la hidroinformática, entendida como una disciplina de carácter multidisciplinario en la que se entrelazan aspectos medioambientales, sociológicos y éticos, entre otros.

6.2 CATEDRA UNESCO Y ESPACIO DE CONOCIMIENTO IMTA

La Cátedra Unesco-IMTA, “El agua en la sociedad del conocimiento” y el recientemente creado Espacio de Conocimiento IMTA constituyen iniciativas que fomentan la investigación, la formación y la documentación en el campo del agua y son, a su vez, un instrumento para facilitar la colaboración entre investigadores de alto nivel.

Durante el segundo semestre de 2019 se realizaron diversos eventos para contribuir con el objetivo de la Cátedra. En este periodo la mayoría de las actividades estuvieron relacionadas con el derecho humano al agua, el cambio climático, los microplásticos y el desarrollo de capacidades.

Ética hídrica

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua recibió durante la semana del 27 de octubre al 2 de noviembre de 2019 al Dr. David Groenfeldt, experto internacional impulsor del concepto de ética hídrica, que involucra el uso de los valores morales y culturales para ser incorporados en las decisiones relativas al agua y su gestión.

Durante esta visita, el Dr. Gorenfeldt participó en una sesión de trabajo organizada por la Coordinación de Desarrollo Profesional e Institucional del IMTA sobre gestión comunitaria del agua en pueblos indígenas, impartió el taller *Ética, análisis cultural y toma de decisiones en la política del agua* y participó en la presentación del taller *Justicia hídrica*.

El Dr. Groenfeldt también participó en el marco del Foro de la Ley General de Aguas que se celebró el 30 de octubre de 2019, organizado por la Comisión de Recursos Hidráulicos, Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados, el IMTA, y la Cátedra Unesco-IMTA.



Derecho humano al agua

En julio de 2019 se publicó la convocatoria para participar en la muestra fotográfica *Así es el agua* en colaboración con el Departamento de Educación Especial del Instituto de la Educación Básica del Estado de Morelos (IEBEM), la cual estuvo dirigida a personas con una o más discapacidades.

Las fotografías seleccionadas en el marco de la convocatoria fueron presentadas en la exposición fotográfica *Así es el agua* inaugurada el 2 de diciembre, Día Internacional de las Personas con Discapacidad, y clausurada el 6 de diciembre de 2019.

El evento se organizó con la finalidad de abrir un espacio para reflexionar acerca de la relación que existe entre la condición de discapacidad y el ejercicio de los derechos humanos al agua y al saneamiento, así como reflejar la manera en que las personas con discapacidad perciben y se relacionan con el agua en su vida cotidiana.

De manera paralela a la exposición se realizó la *Semana de la discapacidad, el agua y la divulgación* del 3 al 6 de diciembre para reflexionar acerca de la inclusión de personas con discapacidad en actividades de divulgación sobre agua y celebrar el seminario *Saberes del agua y discapacidad*.

El 23 de septiembre de 2019 se llevó a cabo en el auditorio del IMTA el *Coloquio sobre derechos humanos y arreglos institucionales en torno al agua*, cuyo objetivo fue construir un espacio académico para generar conocimiento mediante la discusión de los retos que enfrenta la política hídrica en México en el contexto de los derechos humanos.

Además, en octubre se celebró el ciclo de conferencias *Hablemos de inclusión y de barreras* con la finalidad de entender las discapacidades y las necesidades de accesibilidad a la información y al conocimiento. Los primeros cuatro martes del ese mes se contó con la participación de expertos y expertas en el tema.



Cambio climático

El IMTA, en el marco de la Catedra Unesco-IMTA celebró el 9º Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático del 9 al 10 de octubre de 2019 durante el cual se presentaron, entre otros temas, los de huracanes y el cambio climático, análisis de la temperatura y la precipitación en Mesoamérica y el Caribe, seguridad hídrica y seguridad alimentaria bajo el contexto de cambio climático.

Las actividades que se llevaron a cabo en 2019 dentro del marco de la Cátedra Unesco-IMTA contaron con un nuevo componente denominado Espacio de Conocimiento, dentro del cual se enmarcaron diversas actividades que comprenden la formación de recursos humanos, difusión y divulgación del conocimiento.

Durante 2019 se llevaron a cabo treinta eventos de divulgación del conocimiento, entre seminarios, foros, cursos y conferencias, contando con la participación de más de 3,700 personas de diferentes instituciones tanto educativas, gubernamentales, así como de la sociedad en general.

En seguimiento a las actividades relacionadas con las tecnologías de la información, se ha mantenido en actualización constante el contenido del sitio *Atl: El Portal del agua desde México* (www.atl.org.mx), que inició a finales de 2008 y es el órgano de comunicación de la Cátedra Unesco-IMTA. De enero a diciembre de 2019 se tiene un registro de 382,452 visitas.

6.3 CENTRO REGIONAL PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA (CERSHI) – UNESCO

El IMTA, en colaboración con el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó los primeros trabajos en el marco de la creación del Centro Regional para la Seguridad Hídrica.

Semana de la Seguridad Hídrica

Durante la semana del 9 al 11 de septiembre de 2019 se llevó a cabo en el auditorio del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua la Semana de la Seguridad Hídrica, organizada de manera conjunta por el IMTA y la Cátedra Unesco-IMTA “El agua en la sociedad del conocimiento” y el Cershi. Su objetivo fue compartir las experiencias que representan los desafíos y oportunidades relacionadas con la seguridad del agua a escalas nacional y transfronteriza, bajo el marco de la investigación Nexo Agua-Energía-Alimentos: una nueva visión para la gestión integral de los recursos hídricos.

El encuentro contó con la participación de expertos de la Universidad de Arizona, la Universidad de Illinois, la Universidad de Texas A&M y de la Universidad del Estado de Michigan, Estados Unidos, así como del Instituto Tecnológico de Sonora y de la Universidad Nacional Autónoma de México, como también de representantes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Oxfam-México, *The Nature Conservancy* y *Rotoplas*.



Intercambio de experiencias con Bélgica

Como parte de la visita de trabajo a México de autoridades del Servicio Público del Gobierno de Valonia, Bélgica, y de la empresa belga *European Water Tracing Services*, el 13 de noviembre de 2019 se realizó un intercambio de experiencias en el IMTA en torno a la investigación y desarrollo de tecnologías en materia hídrica, seguridad hídrica, calidad del agua y sequía.

Además, el 14 de noviembre se sostuvo una reunión en la Secretaría de Relaciones Exteriores con el propósito de establecer posibles áreas de colaboración entre la Comisión Nacional del Agua (Conagua), el Centro Regional de Seguridad Hídrica (Cershi), el IMTA y las autoridades de Valonia, Bélgica, en materia de agua.

El Cershi también participó como coorganizador en el *Encuentro de intercambio de experiencias sobre la gestión y la cultura del agua en El Salvador, Guatemala y Honduras* que se llevó a cabo del 21 al 25 de octubre en Jiutepec, Morelos, México, cuyas actividades se detallan más adelante.





6.4 COOPERACIÓN INTERNACIONAL TÉCNICA Y CIENTÍFICA

La cooperación internacional en materia de transferencia e intercambio de conocimiento relativo a la ciencia y tecnología del agua es una prioridad para el Instituto. Por ello, establecimos una alianza estratégica con el Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica, de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexcid) de la Secretaría de Relaciones Exteriores.

Las actividades de cooperación internacional son desarrolladas en un marco de colaboración con la Amexcid.

Cooperación bilateral

Con el apoyo de la (Amexcid), durante el segundo semestre de 2019, el IMTA llevó a cabo cinco proyectos de cooperación bilateral con cuatro países: Bolivia, Honduras, Nicaragua y República Dominicana.

Bolivia

Se continuó con la implementación del proyecto bilateral *Desarrollo de capacidades e intercambio de experiencias en el sector riego*, en el que tecnólogos del IMTA impartieron un curso sobre Modelación de Zonas de Riego en Bolivia, del 28 de octubre al primero de noviembre de 2019, con la finalidad de capacitar al personal encargado del diseño y la revisión de proyectos de sistemas de riego.

Honduras

En el Programa de Cooperación Técnica y Científica entre México y Honduras, adoptado en mayo de 2019, se aprobaron dos proyectos en los que participa el IMTA, uno de ellos con la Alcaldía de Tegucigalpa, el cual lleva un avance del 80 %, y otro con el Centro de Entrenamiento de Desarrollo Agrícola (CEDA).



Lineamientos operativos para la formulación del Plan Maestro de Drenaje Urbano de Tegucigalpa

Con apoyo de la Amexcid, tecnólogos del IMTA capacitaron al personal del gobierno municipal de Tegucigalpa en el uso de software de uso libre para el manejo de agua con el objetivo de implementarlo para casos particulares en Tegucigalpa:

Curso de simulación de redes de distribución de agua potable con el software EPANET, del 8 al 16 de julio de 2019 por videoconferencia.

Curso de modelación del proceso de lluvia-escurrimiento mediante el software HEC-HMS, del 7 al 12 de octubre de 2019, en Tegucigalpa, Honduras.

Curso del SWMM para simulación de aguas sanitarias, pluviales y obras de bajo impacto, del 21 al 25 de octubre de 2019, en Tegucigalpa, Honduras.

Curso de modelación bidimensional de ríos usando el programa IBER para la presentación de técnicas de análisis y sus aplicaciones inmediatas para el análisis de flujo a superficie libre, del 25 al 29 de noviembre de 2019 en Tegucigalpa, Honduras.

Fortalecimiento de las capacidades y conocimientos técnicos del Centro de Entrenamiento de Desarrollo Agrícola (CEDA) en el uso de tecnologías de riego para la agricultura

El proyecto se implementa en coordinación con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap) de México. Ambas instituciones participaron en la primera actividad del proyecto, celebrada del 24 al 30 de noviembre, que consistió en una visita al CEDA para la realización de un diagnóstico, permitiendo identificar nuevas necesidades y, por consiguiente, se determinó rediseñar el proyecto para mejorar sus resultados.



Nicaragua

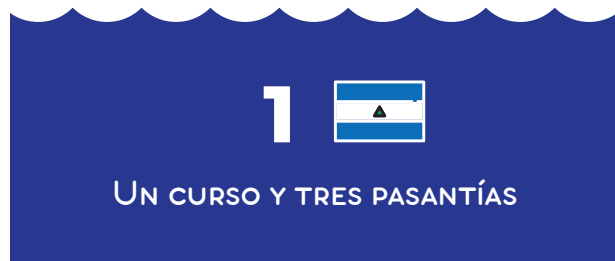
En conjunto con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (Marena), el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA), de Nicaragua, se tomó la decisión de unificar los dos proyectos aprobados en el Programa de Cooperación Técnica entre México y Nicaragua: *Fortalecimiento de las capacidades del sector agrícola en el diseño, manejo y modernización de tecnologías para la infraestructura hidroagrícola* y *Fortalecimiento de capacidades en el uso, conservación y manejo sostenible del agua para la producción agropecuaria en el Corredor Seco de Nicaragua*.


El nuevo proyecto denominado *Fortalecimiento de capacidades en la implementación de tecnologías para el manejo sostenible del agua en la producción agropecuaria* está estructurado con base en dos actividades:

- **Curso Monitoreo de la Sequía**, celebrado del 2 al 6 de septiembre de 2019 en Nicaragua, que contó con la participación del Mtro. Roberto Alejandro Real Rangel, experto externo. El objetivo del curso fue capacitar al personal de Marena, INTA y ANA en la aplicación de diversas metodologías para caracterizar la severidad de los eventos de sequía y cuantificar el grado de amenaza que estas representan.

- **Pasantía en el IMTA** de tres expertos nicaragüenses de Marena, INTA y ANA, realizada del 11 al 15 de noviembre de 2019. El objetivo fue llevar a cabo un intercambio de experiencias en metodologías de la investigación para el uso y conservación del manejo del agua.

Con estas dos actividades concluyó el proyecto bianual. Las instituciones involucradas por Nicaragua y el IMTA, a través de la Amexcid, están en conversaciones para poder llevar a cabo una segunda fase del proyecto.



1 

UN CURSO Y TRES PASANTÍAS

República Dominicana

En el marco del proyecto *Fortalecimiento de las capacidades técnicas para la implementación de servicios de agua potable y saneamiento con participación comunitaria organizada*, adoptado en la Comisión Mixta de Cooperación Técnica y Científica entre México y República Dominicana en julio de 2019, se llevó a cabo la primera actividad, del 4 al 8 de noviembre de 2019, que contó con la participación del Dr. Fermín Raygadas Robles Gil y de la Mtra. Margarita Gutiérrez Vizcaíno, de Cántaro Azul, A.C., en calidad de expertos externos invitados por el IMTA, quienes impartieron el curso *Gestión comunitaria del agua* y realizaron un intercambio de experiencias en tecnología social.

Esta actividad permitió desarrollar un espacio de intercambio, transferencia y fortalecimiento de capacidades en tecnología social y estrategias participativas y de gobernanza, para que las comunidades rurales y marginadas estén en posibilidades de participar de los derechos humanos al agua y al saneamiento que les corresponden.

Cooperación triangular *Bolivia*

En el proyecto de cooperación triangular México-Alemania-Bolivia: Desarrollo de capacidades para la gestión eficiente del agua en sistemas multipropósito, se llevó a cabo una pasantía de riego mayor en Mazatlán, Sinaloa, y un taller de trabajo en la Ciudad de México del 17 al 23 de septiembre de 2019.

Durante la pasantía los participantes bolivianos asistieron al V Congreso Nacional de Riego y Drenaje en donde tuvieron la oportunidad de capacitarse en estos temas, visitaron el Distrito de Riego 108 Elota-Piactla e intervinieron en un taller de trabajo en la Ciudad de México para generar los lineamientos base del Modelo de Gestión de Riego Mayor en Multipropósitos de Bolivia con base en las experiencias mexicanas, en el cual intervino también la Comisión Nacional del Agua.



1 

UN CURSO Y PASANTÍAS

Asuntos multilaterales

Convenio de Diversidad Biológica

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua participó en las diversas reuniones intersecretariales convocadas por la Secretaría de Relaciones Exteriores y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, durante las cuales contribuyó, desde el ámbito de su competencia, a la conformación del posicionamiento de México ante las negociaciones del Marco Global para la Diversidad Biológica Post-2020 (MGB Post-2020) en las que se reconoció la importancia de la conservación y protección de la biodiversidad para lograr la seguridad hídrica.









CAPACIDADES
PARA EL FUTURO

CAPACIDADES PARA EL FUTURO

7.1

EXPERIENCIAS SOBRE LA GESTIÓN Y LA CULTURA DEL AGUA EN EL SALVADOR, GUATEMALA Y HONDURAS

.....



7.2

PROGRAMAS DE POSGRADO IMTA

.....



7.3

CAPACITACIÓN

.....



7.4

FOMENTAR EL TALENTO CIENTÍFICO – RENIP

.....



7.5

JÓVENES CONSTRUYENDO EL FUTURO

.....





CAPACIDADES PARA EL FUTURO

El desarrollo de especialistas capaces de enfrentar los retos asociados al agua es una tarea fundamental para el IMTA.

Formamos especialistas con una visión interdisciplinaria que expande su marco teórico, involucrando, además de la ingeniería, las dimensiones sociales. Esto les permite entender los efectos de una decisión técnica sobre las personas, y da cuenta de la necesidad de involucrar a la participación ciudadana en los temas hídricos del país.

El IMTA mantiene dentro de sus actividades primordiales el desarrollo de capacidades para enfrentar con éxito los problemas presentes y futuros relacionados al agua. Para ello, es necesario el conocimiento interdisciplinario dentro de un marco de trabajo que considere los riesgos hidrológicos, pero también los sociales, económicos y ambientales en la toma de decisiones, ya que son asunto y preocupación de todos. Por ello, el presente nos obliga a emprender el camino hacia la desec-

torización y digitalización del agua. La idea de un mundo estacionario está muerta. Los ingenieros de antaño estaban entrenados para trabajar con la fluctuación natural del ambiente, anticipando las condiciones futuras con registros históricos. Pero el pasado ya no sirve de guía. Conforme el cambio se instala en el clima global, los profesionales del agua deben modernizar sus estrategias para la planificación de infraestructura, utilizando observaciones del ciclo hidrológico en tiempo real y expandir sus análisis a la dimensión social que involucre la participación ciudadana.

La generación de capacidades adecuadas a los tiempos que vivimos es fundamental para el futuro de México. Necesitamos profesionales integrales capaces de utilizar el conocimiento multidisciplinario y la tecnología. Esto permitirá mejorar los análisis, considerando las complejas interacciones entre los usuarios del agua que ya se aprecian a lo largo del territorio nacional.

7.1 EXPERIENCIAS SOBRE LA GESTIÓN Y LA CULTURA DEL AGUA EN EL SALVADOR, GUATEMALA Y HONDURAS

El IMTA, el Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica de la Amexcid y el capítulo Mesoamérica de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO, por sus siglas en inglés) organizaron de manera conjunta el encuentro *Intercambio de experiencias sobre la gestión y la cultura del agua en El Salvador, Guatemala y Honduras*, del 21 al 25 de octubre en Jiutepec, Morelos, México. Este evento se encuentra enmarcado en el programa Mesoamérica sin Hambre Amexcid-FAO.

El Encuentro tuvo como objetivo contribuir a los esfuerzos encaminados a impulsar el desarrollo integral de municipios rurales ubicados en el Corredor Seco Centroamericano en El Salvador, Guatemala y Honduras a través del fomento y aplicación de buenas prácticas de gestión de los recursos hídricos y de la concientización sobre la importancia de desarrollar una cultura responsable del uso del agua.

Durante el encuentro participaron presidentes municipales y periodistas de El Salvador, Guatemala, Honduras y México. De manera particular, por parte de El Salvador estuvieron representados los municipios de Jucuarán, Alegría y Yamabal; por Guatemala, los municipios de San Juan Ermita, San José la Arada y San Pedro Pinula, y por Honduras, los municipios de San Antonio y Concepción de María y las mancomunidades hondureñas Asociación de Municipios Fronterizos de Intibucá y Mancomunidad de Municipios del Centro del Departamento de la Paz.

Por parte de México intervinieron alcaldes de las delegaciones Tláhuac, Tlalpan, Milpa Alta, Iztapalapa, Magdalena Contreras y Xochimilco, de la Ciudad de México; del municipio de Berriónzabal, Chiapas, y de los municipios de Cuernavaca, Cuautla y Jiutepec, Morelos.

El Encuentro permitió el intercambio de experiencias y una amplia discusión en torno a temas asociados con los objetivos 1, 2, 6 y 17 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tales como la sequía, los sistemas de capacitación y aprovechamiento de agua de lluvia, los sistemas de potabilización y saneamiento para comunidades rurales, los siste-



mas productivos con energías renovables, la resiliencia al cambio climático y las soluciones de bajo costo, agricultura familiar, y seguridad alimentaria.

Durante las sesiones de trabajo se consideró también la importación de la articulación interinstitucional y la cooperación internacional para el desarrollo como vías para atender problemáticas relacionadas con el agua, compartir conocimiento y experiencias y promover buenas prácticas.

Adicionalmente se llevó a cabo un taller para periodistas de El Salvador, Guatemala, y Honduras, sobre sequía y escasez de agua, en el que se explicaron las diferencias entre ambos conceptos y su caracterización y se compartieron algunas de las fuentes de información confiables que pueden consultar. Los periodistas, además, se comprometieron a divulgar y concientizar sobre una cultura responsable del agua en sus respectivos países.

Con el objetivo de brindar a los participantes del Encuentro una experiencia práctica que permitiera explicar físicamente el funcionamiento y beneficios de las tecnologías apropiadas, se visitó el Centro de Desarrollo Comunitario de la localidad de Alpuyeca en el municipio de Xochitepec, Morelos, que cuenta con un sistema de captación de agua de lluvia y un humedal artificial que permite reutilizar el agua tratada en el riego de las áreas verdes del Centro así como el humedal artificial de la localidad de San Juan de Dios del municipio de Taxco, Guerrero.

Las autoridades de los tres países solicitaron apoyo de expertos del IMTA para llevar a cabo capacitaciones a técnicos y agricultores y replicar las experiencias y buenas prácticas en sus respectivos territorios. Además, solicitaron acompañamiento para la realización de proyectos piloto en gestión y cultura del agua, proyectos con tecnologías apropiadas para tratamiento y uso de aguas residuales, casas ecológicas y gestión hídrica en riego.



7.2 PROGRAMAS DE POSGRADO IMTA

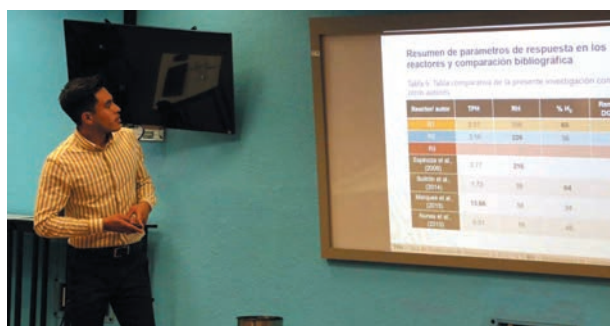
El IMTA ofrece siete programas de posgrado, cuatro en conjunto con el Posgrado en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, denominados posgrados IMTA-UNAM, y tres propios, denominados posgrados IMTA.

Los posgrados IMTA-UNAM son de maestría y doctorado en los campos de conocimiento de ingeniería civil y ambiental, y los posgrados IMTA, administrados por la misma institución, son maestría y doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua y maestría en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

Es importante destacar que el IMTA cuenta con un Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, mismo que se ha constituido como una herramienta valiosa para impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico, a partir de los ingresos propios que genera el Instituto. Dentro de los posgrados IMTA, el de doctorado se encuentra en proceso de consolidación para su inscripción en el padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad, por lo que es necesario, por lo pronto, sufragar las becas de sus estudiantes a través de este Fondo.

Las becas otorgadas por fondo de investigación durante 2019 para estudiantes de posgrado son: un estudiante de doctorado en la generación 2016-2019, seis estudiantes en la generación 2017-2020, siete estudiantes en la generación 2018-2021 y cinco estudiantes en la generación 2019-2022. El total acumulado al 2019 es de 46 estudiantes de maestría y 30 de doctorado.

Diecisiete estudiantes de maestría y tres de doctorado se graduaron en 2019.



En 2019: 

34 ESTUDIANTES DE MAESTRÍA
21 DE DOCTORADO

SE GRADUARON

17 DE MAESTRÍA
3 DE DOCTORADO




7.3 CAPACITACIÓN

Durante 2019, el IMTA impartió 230 cursos de capacitación al personal especializado del sector hídrico. Además, se contó con la participación de invitados internacionales que ofrecieron de manera gratuita los siguientes cursos de capacitación:

Capacitación del Dr. Guilherme Augusto Stefanelo Franz de Brasil

Durante la semana del 3 al 6 de diciembre de 2019, el Dr. Guilherme Augusto Stefanelo Franz, de Brasil, impartió en el Auditorio del IMTA la Conferencia Magistral *Modelación numérica aplicada a la gestión costera* y el curso *Modelación hidrodinámica del océano y los sistemas costeros con aplicaciones prácticas*. Se capacitaron 14 participantes.

Capacitación del Dr. Jorg Imberger de la Universidad de Florida



7.4 FOMENTAR EL TALENTO CIENTÍFICO – RENIP

EL IMTA trabaja arduamente para expandir las capacidades nacionales y regionales en temas de hidrología isotópica. Esta disciplina, poco conocida en México, permite resolver los tiempos de residencia del agua en la atmósfera, los ríos y los acuíferos, proporcionando información clave para la sostenibilidad del agua.

El IMTA tiene a su cargo la Red Nacional de Monitoreo de la Composición Isotópica y Química de la Precipitación Pluvial (Renip). Este esfuerzo continuo ha generado un acervo de información histórica sobre la composición isotópica contenida en la precipitación pluvial a escala nacional y representa un acervo de gran valor para el Instituto. En 2019, se reportaron los resultados siguientes:

- Operación continua y sistematizada de las 36 estaciones de monitoreo isotópico de lluvia integrantes de la Renip.
- Bases de datos de las composiciones isotópica y química de las 15 provincias fisiográficas de la República Mexicana.



- Mapas isotópicos preliminares de la República Mexicana.
- Medición y análisis de la composición isotópica estable y del contenido de tritio ambiental de muestras de agua natural y lluvia, mediante espectroscopía láser y enriqueci-

miento electrolítico, con calidad reconocida por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Capacitación de especialistas con cursos nacionales y regionales sobre uso de técnicas isotópicas en la datación de aguas subterráneas y de caracterización isotópica de aguas atmosféricas, superficiales y subterráneas, para su gestión y aprovechamiento sostenibles.

Evaluación periódica de la calidad de resultados analíticos del Laboratorio de Hidrología Isotópica del IMTA, mediante ejercicios de intercomparación organizados por el OIEA.



En 2019, EL IMTA IMPARTIÓ
230 CURSOS DE CAPACITACIÓN



7.5 JOVENES CONSTRUYENDO EL FUTURO

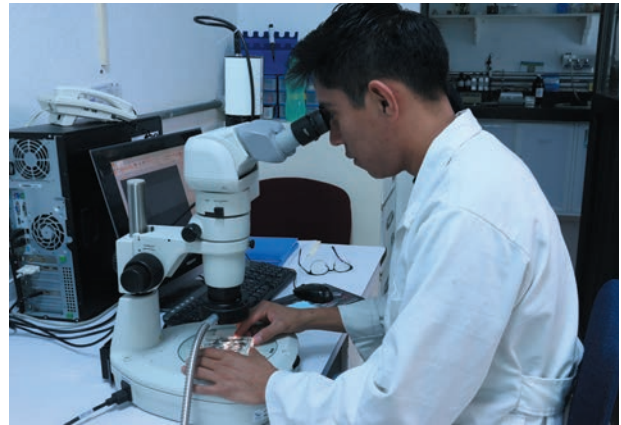
El IMTA, comprometido con el Programa Jóvenes Construyendo el Futuro, del gobierno federal, ha integrado a profesionales recién graduados en diferentes áreas del Instituto, logrando aprovechar los conocimientos y energía de las nuevas generaciones.

En el marco del Programa Jóvenes Construyendo el Futuro, el IMTA integró a 87 becarios en 63 planes de capacitación a cargo de 62 tutores, en el periodo comprendido entre el 16 de abril al 31 de diciembre de 2019.

Los planes de capacitación se orientan al desarrollo de las capacidades técnicas y humanísticas de los jóvenes en los diversos campos de especialidad que, con una visión interdisciplinaria, existen en el IMTA: Tratamiento y Calidad del Agua; Hidrología; Hidráulica; Riego y Drenaje; Comunicación, participación e información; Desarrollo Profesional e Institucional y Administración.

Este importante Programa ha representado para el IMTA una valiosa experiencia, ya que establece y fortalece el indispensable diálogo intergeneracional para la transformación de nuestro país, particularmente en el manejo y conservación del agua. Los jóvenes son una parte muy importante de nuestra comunidad de conocimiento, junto con la comunidad de investigadores, funcionarios, estudiantes y profesores de posgrado.

Como parte de su formación en el sector ambiental del Gobierno de México, a lo largo de 2019, las y los jóvenes participaron en diversos cursos ofrecidos por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), 14 foros de la Semarnat y tres talleres de formación personal. De igual manera, son incluidos en los cursos, seminarios, conferencias y coloquios que organiza el Instituto.



87 JÓVENES BECARIOS

62 TUTORES

63 PLANES DE CAPACITACIÓN



    gob.mx/imta



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA