



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

INFORME
semestral

2019

CONTENIDO

Carta del director	7
Resumen ejecutivo.....	9
Investigación, desarrollo e innovación.....	11

AGUA Y GOBIERNO

01

1.1 Planta Cervecera Constellation Brands, Mexicali, BC	17
1.2 Bosque de Chapultepec	19
1.3 Sargazo	21
1.4 Ley General de Aguas	22

AGUA Y SOCIEDAD

02

2.1 Agua y discapacidad	27
2.2 Tecnologías apropiadas para zonas rurales.....	27
2.3 Acuíferos en zonas áridas	29
2.4 Espacio de conocimiento.....	30

AGUA Y PRODUCTIVIDAD

03

3.1 Rotoplas-Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación	35
3.2 Nestlé	36
3.3 Toyota: acciones para mejorar la condición del río Querétaro en el área de influencia de la fábrica.....	37
3.4 Tecnología geoespacial para nivelación de tierras con propósito de diseño y trazo de riego superficial.....	38

AGUA Y AMBIENTE

04

4.1. Arsénico.....	43
4.2. Microplásticos.....	44
4.3. Manatíes	45
4.4. Río Cuautla.....	46

IMTA TRANSVERSAL

05

5.1 Centro Nacional de Prevención de Desastres	51
5.2 Comisión Nacional Forestal.....	51
5.3 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.....	52
5.4 Cántaro Azul.....	52

IMTA GLOBAL

06

6.1 Centro Regional para la Seguridad Hídrica	57
6.2 Conferencia Internacional de Hidroinformática HIC 2020.....	57
6.3 Cátedra Unesco-IMTA	58
6.4 Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo	58

CAPACIDADES PARA EL FUTURO

07

7.1 Taller sobre sequías	65
7.2 Posgrado	65
7.3 Capacitación.....	66
7.4 Fomentar el talento científico. Caracterización química e isotópica.....	66

ANEXO

08

8.1 25 Programas prioritarios del Gobierno Federal.....	70
--	----



El conocimiento del agua
al servicio de México

Carta del director

Carta del director

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) es el resultado de más de 33 años de planeación y esfuerzos continuos en busca de conocimiento, a fin de manejar y conservar el agua para construir un país con una sociedad más justa y diversa. La historia escrita por esta institución representa una clara prueba del compromiso de su comunidad con la reconstrucción de un México seguro y próspero. Desde su nacimiento, el IMTA se ha caracterizado por ser un espacio de investigadores e ingenieros preocupados por generar una visión prospectiva de las necesidades hídricas de México, que lo ha convertido en un instituto no sólo con instalaciones únicas en su género, sino con personal capaz de dar respaldo a la toma de decisiones relacionadas con el agua.

Esta incansable actividad se extiende también al ámbito de formación de recursos humanos de alto nivel, reconocida por la Universidad Nacional Autónoma de México mediante la creación de la sede del Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería del cual, año con año, se gradúan especialistas luego integrados al sector. El protagonismo de su comunidad es evidente al acompañar los grandes cambios vividos en el sector hídrico y que, con el tiempo, lo han convertido en un elemento importante de la tradición de la ingeniería hidráulica nacional.

Nuestra misión en el IMTA es mantener y expandir esta tradición, ahora bajo condiciones socioeconómicas complicadas y altamente dinámicas. En México y en el mundo vivimos momentos de cambio. Como sociedad estamos ante una disyuntiva crítica y es necesario repensar cómo acceder al progreso. Es vital favorecer un desarrollo que permita movernos hacia un mundo sin pobreza e injusticia, pero que al mismo tiempo proteja y respete la belleza y riqueza de la naturaleza. El estrés en el que se encuentra nuestro planeta resulta de los efectos del cambio climático, la contaminación química, los aerosoles, la degradación de suelo y agua, la sobredosis de nutrientes, la rápida pérdida de especies y hábitats; todo ello producto de la injerencia de nuestra especie.

Por otro lado, el crecimiento económico provoca la degradación ecológica. A pesar de atestiguar el sufrimiento de las economías a escalas local (pérdida de biodiversidad), regional (contaminación del aire y cambios en los patrones de lluvia por la deforestación) y global (impacto del cambio climático y eventos extremos), somos la primera generación que por medio de evidencia científica reconocemos la capacidad de la humanidad para desencadenar cambios en los sistemas naturales. El agua es el hilo conductor de estos cambios. Como recurso representa la sangre del planeta y es una de las fronteras planetarias más importantes para el desarrollo. Por esta razón, su investigación y conocimiento implican gran responsabilidad. Si conservamos el agua hay alimentos, energía, salud, bienestar y, luego entonces, vida.

Es por tal motivo que, en temas asociados con el agua, llevar el mejor conocimiento disponible en el mundo hacia el corazón de las decisiones del gobierno tiene el potencial de contribuir, de manera directa, al renacimiento de México.

El aseguramiento del papel del IMTA dentro de la Cuarta Transformación de la nación requiere una visión con la mirada puesta en el futuro. Sin embargo, el progreso de las instituciones como el de las sociedades, no es un proceso natural. El futuro del IMTA dependerá de las decisiones que como comunidad tomemos en el presente. Hoy, los desafíos nos otorgan la grandísima oportunidad de continuar con la construcción de un IMTA que contribuya a darle forma al México en el que queremos vivir.

Nuestro objetivo, consiste en generar el conocimiento sobre el agua que habilite a este elemento como una llave de acceso para el desarrollo igualitario y sostenible de México. Para ello, utilizamos tres ejes rectores: una visión interdisciplinaria en armonía con el medio ambiente, la generación de información abierta y pública para utilizar a la transparencia como un generador de confianza, y el empleo del concepto de ética hídrica como herramienta habilitadora de valores culturales y principios éticos, en todas las decisiones relacionadas con el agua. Este objetivo requiere:

🔗 Investigar para transformar y regenerar al mundo. Generar conocimiento de vanguardia para dar solución a los grandes problemas globales y nacionales.

🔗 Generar una visión prospectiva e interdisciplinaria del agua que permita llevar el mejor conocimiento científico disponible al corazón de las decisiones del gobierno.

🔗 Fomentar y diversificar el talento científico. Formar los recursos humanos competentes y capaces de transformar a la sociedad que sean reflexivos, creativos, innovadores y cuestionadores del dogma.

🔗 Vincularnos con los centros de investigación de excelencia nacionales e internacionales. Buscaremos los mecanismos para motivar el intercambio académico y el desarrollo de actividades técnicas de interés en conjunto con redes de científicos, información, conocimiento y transferencia de tecnología.

El presente informe semestral contiene los principales resultados obtenidos entre enero y junio del 2019, organizados en siete ejes de acción que se refieren a las siguientes interacciones: agua y gobierno, agua y sociedad, agua y productividad, agua y ambiente, IMTA transversal, IMTA global y capacidades para el futuro.

Dr. Adrián Pedrozo Acuña
Director General



RESUMEN ejecutivo

Resumen ejecutivo

El conocimiento del agua trasciende la visión unidisciplinaria (ej. ingenieril o económica) que tradicionalmente se le ha dado. Por esta razón, durante la administración 2019-2024, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) motiva su quehacer sobre una visión prospectiva e interdisciplinaria del agua, generando alianzas con distintas dependencias del Gobierno Federal.

En un mundo con condiciones económicas y climáticas altamente dinámicas, hacer posible el mantra de las Naciones Unidas de: "No dejar a nadie atrás", requiere de una evolución en nuestro quehacer. Dar cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030 necesita de la acción concertada del sector ambiental y de la desectorización del agua. Por esta razón, es importante trascender las fronteras tradicionales del conocimiento y reconocer al manejo del agua como un elemento importante para la adecuada gestión de bosques, costas, humedales y territorio.

Los proyectos aquí contenidos representan un ejemplo de la capacidad de investigación interdisciplinaria instalada en el Instituto, lo que pone a su vez en evidencia el compromiso de su personal para utilizar el conocimiento de punta en beneficio de nuestro país y el planeta. El IMTA enfoca su energía hacia la generación de una visión prospectiva e interdisciplinaria del agua, para hacer de la sangre del planeta el catalizador del desarrollo equitativo de México.

Este reporte presenta una selección de los proyectos de alto impacto que llevamos a cabo en este primer semestre del 2019. En él encontrarán soluciones innovadoras para las interacciones entre territorio-agua-ambiente-alimentos-energía. Pueden leer, por ejemplo, nuestra intervención en la generación de evidencia científica para el tema de la cervecera Constellation Brands en Mexicali, o pueden revisar cómo estamos generando una estrategia de impacto internacional, junto con la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID), dedicada a la transferencia del conocimiento a países hermanos de la región mesoamericana, o por medio de la organización de eventos internacionales de primer nivel, como es el caso, con la organización de la XIV Conferencia Internacional de Hidroinformática, auspiciada por dos de las asociaciones más importantes en temas de agua a escala mundial: la Asociación Internacional del Agua y la Asociación Internacional de Ingeniería e Investigaciones Hidro-Ambientales. Continuamos el sueño de proveer información estratégica al Gobierno Federal en temas de agua, tal y como se aprecia en nuestra atención al tema del sargazo desde una perspectiva multidisciplinaria con proyectos autofinanciados.

El IMTA posee una comunidad científica de excelencia que quiere tener un impacto positivo en el país. Somos un Centro Público de Investigación con capacidades de innovación técnica y social al servicio de México.



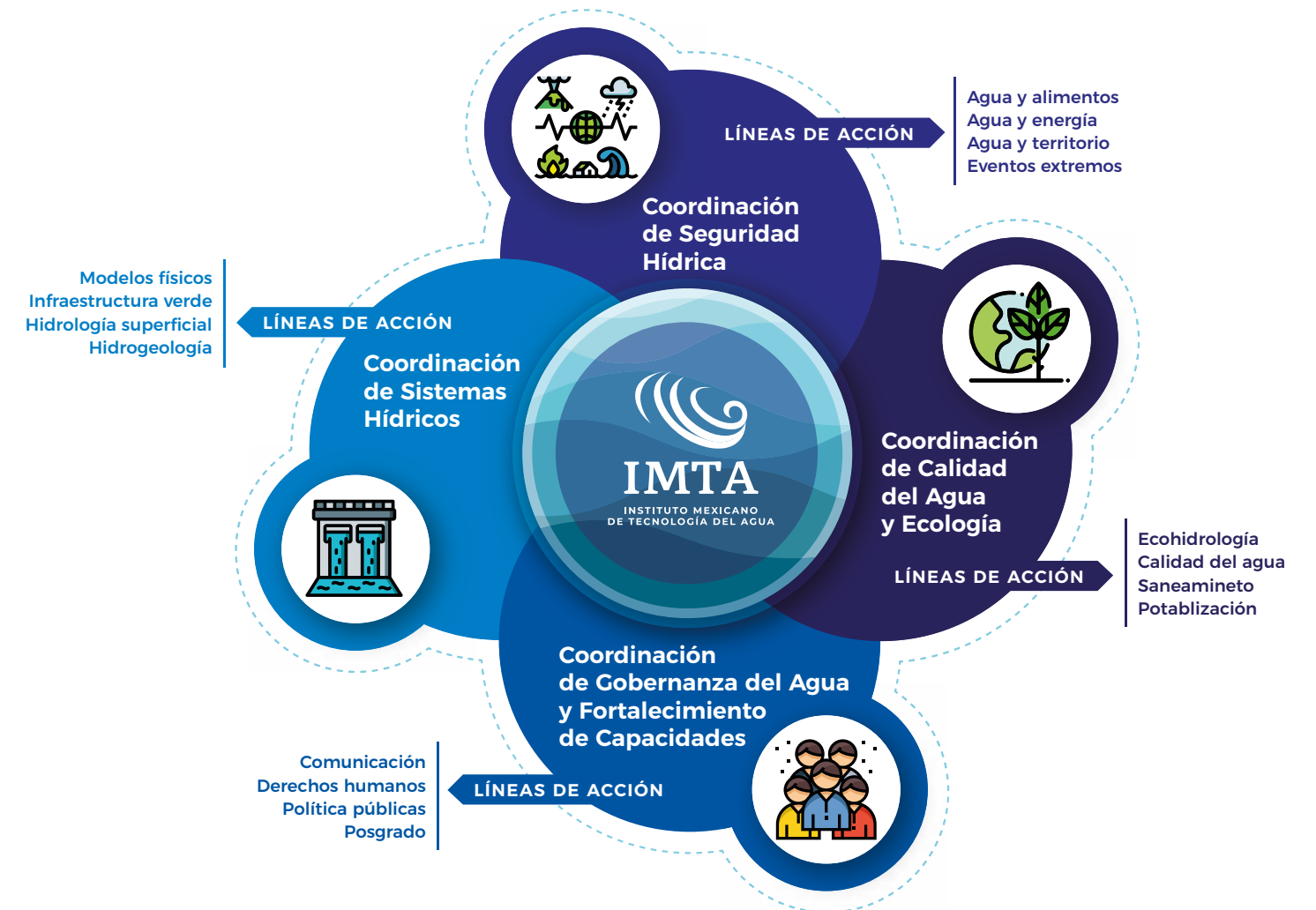
INVESTIGACIÓN
DESARROLLO E
innovación



EL IMTA llegó este año a su aniversario número 33, tiempo en el que hemos sido testigos de la gran capacidad de organización y de generación de conocimiento que lo acompañan desde su nacimiento, el 7 de agosto de 1986. De forma notable, es evidente que a lo largo de los años el Instituto ha mantenido su nivel de excelencia en ambos, su personal y sus instalaciones experimentales, a pesar de las condiciones adversas que le fueron impuestas por un modelo que privilegiaba el rendimiento económico de su quehacer.

A pesar de ello, el IMTA se mantiene sólido como una roca en su papel de inteligencia hídrica nacional, con una autoridad académica que trasciende nuestras fronteras. Lo anterior, junto con el papel importantísimo del agua en diversos sectores de la vida económica y social de nuestro país, significa que podemos hacer del Instituto una pieza clave para el aseguramiento de las metas de desarrollo económico y social del gobierno de México. Hoy más que nunca, el IMTA permanece fiel a sus principios de generación de conocimiento de excelencia en temas de agua, con un impacto visible y con la capacidad de conectar el conocimiento con la aplicación práctica y la toma de decisiones.

Estamos ansiosos por compartir nuestro conocimiento de forma transparente y abierta a todas las dependencias del Gobierno Federal. De esta manera, hemos organizado nuestra estructura en cuatro áreas técnicas que permiten identificar nuestras áreas de acción de forma explícita. Dicha estructura fue autorizada por la Junta de Gobierno en reunión celebrada el 4 de abril de 2019, y estamos en proceso de revisar el Estatuto Orgánico y realizar los trámites conducentes ante las secretarías de la Función Pública y de Hacienda y Crédito Público. Durante el primer semestre del 2019 se han impulsado 37 proyectos internos (recursos fiscales) y 33 externos (contratados).



primer semestre 2019

PROYECTOS INTERNOS

37



fiscal

PROYECTOS EXTERNOS

33



autogenerado

Agua y gobierno

SOPORTE DE LAS DECISIONES
CON EVIDENCIA CIENTÍFICA



Agua y gobierno



El manejo de los riesgos asociados al agua tiene como base el mejoramiento de la información que se usa en la toma de decisiones, en tiempo y forma, para activar la acción política.

El mejoramiento del monitoreo de los recursos hídricos permite reducir la incertidumbre en los datos y una mejor toma de decisiones en el gobierno.

líneas de acción



1.1 PLANTA CERVECERA CONSTELLATION BRANDS, MEXICALI, BC



1.2 BOSQUE DE CHAPULTEPEC



1.3 SARGAZO



1.4 LEY GENERAL DE AGUAS

1.1 Planta Cervecera Constellation Brands, Mexicali, BC



El IMTA participó en un grupo de trabajo conformado por la Secretaría de Economía, la Semarnat, el Conacyt y la Conagua, a fin de producir una ficha técnica que describiera la situación respecto a este proyecto, debido a la oposición social.

El IMTA propuso incorporar tres perspectivas fundamentales:

- **Seguridad nacional.** Identificar el “comercio virtual de agua”, que define el volumen de agua utilizado en la producción de alimentos, bebidas y productos exportados e importados. Lo que permite hacer del agua un elemento estratégico para la economía.

- **Sustentabilidad hídrica.** Solicitar a las empresas trasnacionales criterios que garanticen el uso justo y eficiente del agua por medio de: a) la cuantificación de la huella hídrica por cuenca; b) la distribución equitativa de la huella hídrica por comunidad, y c) la eficiencia, definiendo la huella hídrica base de este producto (cerveza) para asegurar un buen uso del agua.

- **Reducir Incertidumbre.** Actualización de la norma que calcula la disponibilidad, para incorporar métodos modernos que tengan su base en conocimiento actual.

La empresa Constellation Brands (CB) construye una planta cervecera en la ciudad de Mexicali, Baja California, expresando que para el proyecto se requieren de 20 hm³/año de agua (volumen que representa el 16% de la asignación total de agua en Mexicali), de los cuales 8 hm³/año serán utilizados en los primeros cinco años de operación. Sin embargo, el acuífero del valle de Mexicali, fuente principal de abastecimiento de agua de la región, se encuentra en condición de déficit con -265.12 hm³/año y una veda tipo III. La disponibilidad de agua depende directamente de la salud hidrológica de la cuenca del río Colorado, reportada como una de las más concesionadas del mundo. Los acuíferos de México están bajo una condición de alto estrés hídrico, verificado a través de datos de satélite.

En marzo de 2019, el IMTA fue invitado a participar en un grupo de trabajo conformado por la Secretaría de Economía, la Semarnat, el Conacyt y la Conagua, a fin de producir una ficha técnica para el Presidente de la República que describiera la situación respecto a dicho proyecto. Esto, derivado de la gran oposición social al proyecto.

La participación previa del IMTA surgió a raíz de la contratación, por parte de la empresa cervecera, del Estudio de impacto al servicio de abastecimiento de agua a la población de Mexicali, por el suministro de agua a la planta cervecera de Constellation Brands y estrategia de abastecimiento de agua de corto y largo plazos para la planta, entregado en mayo de 2018 y utilizado por dicha empresa para justificar la disponibilidad de agua y proveer evidencia de un análisis científico por 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 citados con anterioridad de usos público urbano y agrícola a uso industrial. En virtud de que el análisis tiene como condición inicial los derechos de agua ya otorgados (aunque para otros usos), es evidente que el estudio mencionado no iba a resultar negativo para la empresa cervecera.

Dada la preocupación social ampliamente documentada y la escasez hídrica en la región, la nueva administración del IMTA advirtió que, en este caso, es necesario trascender el estudio de disponibilidad hídrica realizado en mayo de 2018.

El IMTA propuso incorporar tres perspectivas fundamentales:

● **Seguridad nacional.** Bajo esta perspectiva, es fundamental considerar el concepto “comercio virtual de agua”, que define el volumen de agua utilizado en la producción de alimentos, bebidas y productos que pueden ser consumidos en cualquier parte del mundo. Evidentemente, además de la mano de obra barata, si el producto es para consumo en Estados Unidos de América, seguramente la ubicación geográfica abarata los costos de transporte del producto. Es decir, se utilizó un criterio económico para esta decisión.

● **Sustentabilidad hídrica.** Estudios muy recientes indican que es muy deseable que las grandes empresas trasnacionales justifiquen sus inversiones utilizando un lente de sustentabilidad hídrica. Esto es, a través del empleo de criterios que garanticen el uso justo y eficiente del agua, haciendo uso de los siguientes elementos: a) la sustentabilidad ambiental del proyecto, a través de la cuantificación de la huella hídrica por cuenca; b) equidad social, estableciendo la distribución equitativa de la huella hídrica por comunidad, y c) eficiencia, definiendo la huella hídrica base de este producto (cerveza) para asegurar que están haciendo buen uso del agua.

● **Incertidumbre.** Los estudios de disponibilidad hídrica en México tienen asociada una gran cantidad de incertidumbre, ya que tienen su base en métodos y relaciones empíricas que dan lugar a un gran margen de error. Con el propósito de reducirla, es necesario modificar la NMX-011-CONAGUA-2015, de tal suerte que se incorporen criterios y métodos modernos que tengan su base en conocimientos actuales. De no actualizar y modernizar nuestro marco jurídico, las empresas trasnacionales y nacionales seguirán abusando de un marco normativo laxo, tal y como parece ser la situación en este caso.



1.2 Bosque de Chapultepec



El proyecto cultural del Bosque de Chapultepec, impulsado por la Secretaría de Cultura del Gobierno Federal representa una oportunidad para la presentación de **soluciones hídricas de vanguardia en zonas urbanas**. El IMTA fue invitado a colaborar en conjunto con la Secretaría de Cultura, el Conacyt y la Conagua, a fin de proveer información técnica de frontera que permita al proyecto ser un ejemplo en la gestión de recursos hídricos de la Ciudad de México.

El Bosque de Chapultepec, ubicado en el poniente de la Ciudad de México (CDMX), es un icono en la cultura y biodiversidad del país. Además, es el principal pulmón de la ciudad y ofrece diversos servicios ambientales como la regulación de la calidad del aire, temperatura, humedad y precipitación, recarga de los mantos acuíferos, refugio de aves migratorias y albergue de fauna nativa, por mencionar algunos.

En la nueva administración del Gobierno de México y de la Ciudad de México, se plantea realizar el Proyecto del Complejo Cultural del Bosque de Chapultepec, que consiste en la interconexión de las tres secciones existentes del bosque y la incorporación del Campo Militar F-1 en Santa Fe, para la creación de la denominada “Cuarta Sección del Bosque de Chapultepec”, a efecto de incrementar los servicios que ofrece desde las perspectivas cultural, ambiental y social.

En virtud de que este proyecto representa una oportunidad para la presentación de soluciones hídricas de vanguardia en zonas urbanas, el IMTA fue invitado a colaborar en conjunto con la Secretaría de Cultura, el Conacyt y la Conagua, a fin de proveer información técnica de frontera que permita al proyecto ser un ejemplo en la gestión de recursos hídricos de la Ciudad de México.

En ese sentido, el Instituto ha participado activamente en las reuniones de trabajo y visitas de campo desarrolladas desde el mes de mayo entre la Secretaría de Cultura, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, la compañía Bovis, la Secretaría de Obras y Servicios de la CDMX, el Conacyt, la Conagua, representantes del bosque y el Arq. Gabriel Orozco, líder del proyecto, a efecto de unir sinergias y colaborar técnicamente.



En su participación, el IMTA ha hecho énfasis en el reconocimiento del agua como eje central de las acciones a emprender, así como en la necesidad de abordar la gestión integral de los recursos hídricos en las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec y su zona conurbada.

El Instituto ha desarrollado la propuesta *Estudios básicos para la sustentabilidad hídrica en las cuatro secciones que conforman el Bosque de Chapultepec*, sometiéndola a consideración del Conacyt y cuyas líneas de acción son:

- Analizar la oferta y demanda de agua dentro de las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec, proponer medidas para el manejo sustentable del agua y análisis de su perspectiva a futuro.
- Analizar las posibles inundaciones en el Bosque de Chapultepec y zonas de influencia para eventos de precipitación con diferentes periodos de retorno, y analizar el funcionamiento de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible e infraestructura verde para la reducción de inundaciones.
- Caracterizar la hidrogeología del Bosque de Chapultepec, evaluar la capacidad de infiltración en la zona de estudio, identificar el tipo y origen del agua con isótopos e identificar las técnicas *Managed Aquifer Recharge* aplicables en el sitio.
- Identificar y caracterizar la calidad del agua de las descargas residuales en el Bosque de Chapultepec, así como las medidas sustentables para su tratamiento.
- Realizar la evaluación de los principales servicios ambientales del Bosque de Chapultepec en condiciones actuales y la generación de una línea base para su monitoreo.



1.3 Sargazo

El arribo masivo del sargazo a costas de Quintana Roo ha generado impactos ambientales, sociales y económicos adversos. La comprensión de este fenómeno requiere conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas costeros y marinos, hidrodinámica oceánica y costera, condiciones atmosféricas y nutrientes que favorecen la reproducción de esta alga. El IMTA, además de ser parte del Consejo Asesor honorario conformado con el Conacyt, el Inecc y la Conabio, desarrolla tres proyectos de investigación autofinanciados que **permiten avanzar en líneas de investigación complementarias para la explicación de este fenómeno: interacción océano-atmósfera, circulación oceánica del sargazo y calidad del agua.**

La idea consiste en aportar conocimiento y propuestas de soluciones basadas en más y mejor evidencia científica.



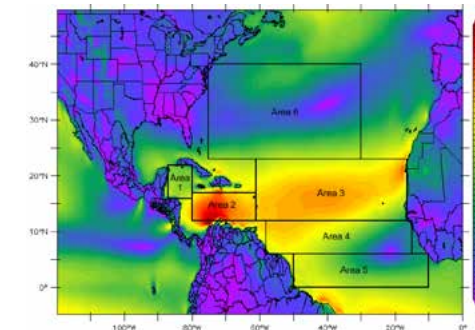
El arribo masivo del sargazo a costas de Quintana Roo se ha incrementado desde 2015, generando impactos ambientales, sociales y económicos adversos. La comprensión de este fenómeno requiere conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas costeros y marinos, hidrodinámica oceánica y costera, condiciones atmosféricas y nutrientes que favorecen la reproducción de esta alga.

El IMTA desarrolla tres proyectos de investigación con resultados complementarios:

- El *Diagnóstico de las condiciones atmosféricas asociadas al arribo de sargazo a costas de Quintana Roo* contribuirá a la mitigación de los efectos mediante la investigación científica y tecnológica, aportando elementos clave para la generación de un sistema de alerta temprana basada en el conocimiento y herramientas de vanguardia. En este proyecto se analizaron las condiciones de viento superficial de seis áreas del Atlántico, estimando su variabilidad estacional, interanual e intra-anual (ciclos anuales), valores extremos e identificación de años contrastantes de arribo y no arribo para comprender la contribución del viento.

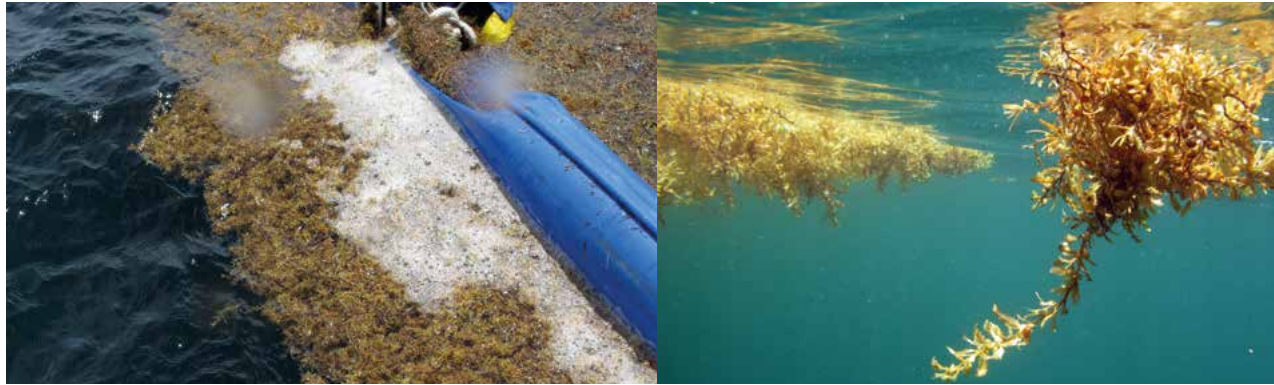
- *Modelación numérica de la trayectoria de sargazo en el mar Caribe.* Se han establecido los principales procesos de la dinámica del sargazo y su entrada al mar Caribe. Este proyecto implementó, de forma preliminar, dos modelos numéricos para establecer la trayectoria del sargazo a gran escala y a escala local. Además de las corrientes, se incorporarán los procesos de viento y oleaje que contribuyen significativamente en el transporte del sargazo.

- *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.* Mediante el proyecto se realizan muestreos para conocer el impacto del sargazo en la calidad del agua de las localidades señaladas.



Áreas de estudio





De esta manera, el Instituto participa en un grupo de trabajo permanente con la finalidad de aportar conocimiento y propuestas de soluciones basadas en el mejor conocimiento científico, para la adecuada toma de decisiones ante el fenómeno de arribo del sargazo a las costas nacionales.

1.4 Ley General de Aguas



Debido a la importancia de una nueva **Ley General de Aguas** 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**. De tal suerte que, por medio del uso del concepto de ética hídrica, se incluyan la perspectiva de derechos humanos y la gestión comunitaria del agua, considerando valores culturales y principios éticos en las decisiones hídricas que facilitarán la construcción de un país más justo.

En esta administración se han iniciado, al menos, tres procesos paralelos para presentar y procesar en el Congreso de la Unión una nueva Ley General de Aguas. Una iniciativa la promueve el Grupo Parlamentario Morena (Movimiento de Regeneración Nacional) en la Cámara de Diputados; otra, la Comisión de Recursos Hidráulicos, Agua Potable y Saneamiento de la misma Cámara y, la tercera, es un proceso para construcción de una ley promovida por la Conagua. Al respecto, el IMTA acompaña los tres procesos en virtud de que se considera importante incluir la perspectiva de derechos humanos en la nueva ley. Adicional-

mente y en sintonía con la política del Secretario de la Semarnat, existe interés por incorporar 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, ha efectuado las siguientes acciones:

- Posicionarse como equipo técnico asesor de los tres procesos.
- Asistir a reuniones y foros promovidos.
- Realizar en el mes de octubre el foro Derechos Humanos, Ciencia y Tecnología, y Participación de Pueblos Originarios en la Gestión del Agua, en coordinación con la Comisión de Recursos Hidráulicos, Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados.
- Establecer redes de colaboración junto con organizaciones de la sociedad civil.

morena
La esperanza de México





Agua y sociedad

CIENCIA DEL AGUA PARA LA
GENERACIÓN DE BIENESTAR SOCIAL

Agua y sociedad



El concepto "seguridad hídrica" se refiere al control de los riesgos relacionados con el agua que afectan el desarrollo de la sociedad. Con este propósito, es necesario identificar las funciones más relevantes asociadas a la gestión de los recursos hídricos, así como los problemas que constituyen un obstáculo para el cumplimiento de las metas de desarrollo.

En el caso de México, considerando las importantes transformaciones sociales que experimenta el país, es previsible que en la medida que la sociedad se desarrolle, las interacciones entre agua y sociedad serán más intensas y exigentes.

líneas de acción



2.1 AGUA Y DISCAPACIDAD



2.2 TECNOLOGÍAS APROPIADAS EN ZONAS RURALES



2.3 ACUÍFEROS EN ZONAS ÁRIDAS



2.4 ESPACIO DE CONOCIMIENTO

2.1 Agua y discapacidad



El IMTA estudia la relación cotidiana de personas discapacitadas con el agua, para identificar barreras físicas, sociales, culturales y políticas que puedan estar incidiendo en un acceso desigual a este recurso, preparando el camino hacia la equidad hídrica nacional.

El proyecto *Inclusión de personas con discapacidad en actividades de divulgación sobre temas de agua* tiene como objetivo estudiar la relación cotidiana de personas discapacitadas con el agua, en diversos entornos, para identificar barreras físicas, sociales, culturales y políticas que puedan estar incidiendo en un acceso desigual al recurso.

El proyecto tiene la tarea indispensable de integrar conocimiento y aprecio del agua a grupos generalmente no visibilizados, como personas con discapacidad. De esta manera, se contribuye con la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, que establece la necesidad de asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos, de todas las personas con discapacidad.

Se han desarrollado talleres de educación inclusiva, medios accesibles y actividades de divulgación sobre discapacidad y agua, con el apoyo del Instituto de Educación Básica del Estado de Morelos.

El proyecto tiene la tarea indispensable de integrar conocimiento y aprecio del agua a grupos generalmente no visibilizados, como personas con discapacidad. De esta manera, se contribuye con la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, que establece la necesidad de asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos, de todas las personas con discapacidad.



Gemma Cristina Millán Malo



2.2 Tecnologías apropiadas para zonas rurales

Se consideró el *Anteproyecto para la instalación de ecotecnias en viviendas de localidades de alta y muy alta marginación en la zona de influencia del Tren Maya*. El Proyecto Tren Maya es prioritario en el Gobierno Federal y busca beneficiar la zona sureste del país, para incentivar su desarrollo económico mediante el aumento de la infraestructura que comunica la península de Yucatán. Éste, a su vez, impulsará la industria del turismo en la zona. Sin embargo, para beneficiar a las comunidades que se encuentran en esta zona se requiere también atender la falta de acceso a servicios de agua de calidad y saneamiento para satisfacer las necesidades humanas básicas.

El objetivo del proyecto consiste en determinar las necesidades en materia de agua y saneamiento en localidades con alto y muy alto grado de marginación en localidades cercanas a la

zona de influencia de la ruta del tren, para proponer sistemas alternativos, a escala vivienda, de abastecimiento, potabilización, aprovechamiento y tratamiento del agua, a través de la transferencia de ecotecnias.

Se realizaron visitas prospectivas a veinte localidades (con alto grado de marginación y que contaran con menos del 20% de acceso a servicios de agua y saneamiento) para presentar el proyecto y definir la forma y canal de comunicación con la población, a fin de hacer el diagnóstico y conocer su viabilidad.

Se elaboró el diagnóstico en diez localidades, se identificaron su infraestructura, servicios de agua y saneamiento, así como sus actividades económicas y forma de organización para el trabajo. Asimismo, se reconoció el espacio disponible de la instalación de ecotecnias. Los resultados se encuentran en un sistema de información geográfica.

El Proyecto Tren Maya es prioritario en el Gobierno Federal y busca beneficiar la zona sureste del país, con la idea de incentivar su desarrollo económico. Para atender a las comunidades con alto y muy alto índice de marginación que se encuentran en esta zona, el IMTA elaboró un diagnóstico en diez localidades, a fin de **instalar ecotecnias a escala de vivienda que permitan satisfacer necesidades en materia de acceso al agua y saneamiento.**



Irleth Sarai Segura Estrada



ZONA SURESTE



Determinar necesidades en materia de agua en zonas marginadas.

2.3 Acuíferos en zonas áridas



EL IMTA utiliza información de punta adquirida por satélites, para cuantificar y monitorear los cambios en la superficie agrícola de riego que se ubica en acuíferos sobreexplotados en zonas áridas del país.



Carlos Gutiérrez Ojeda

Con objeto de localizar, cuantificar y monitorear los cambios en la superficie agrícola de riego ubicada en acuíferos sobreexplotados en zonas áridas del país, empleando series de imágenes de satélite e información complementaria, se desarrolla una metodología que incorpora mapas digitales y una base geográfica de datos con información sobre las superficies de riego.

Durante los primeros meses se hizo la corrección atmosférica de 73 imágenes Landsat y 147 escenas Sentinel, el cálculo del NDVI (*normalized difference vegetation index*) de las escenas Landsat que cubren 11 acuíferos de la región noroeste del país y la reproyección del mapa de frontera agrícola de GEO a UTM (*universal transverse mercator*). Asimismo, se generaron los mosaicos de imágenes Landsat de las regiones hidrológico-administrativas Cuencas Centrales del Norte, Río Bravo y Noroeste.

La información generada tiene los siguientes impactos:

Económico. Apoya programas de manejo y uso eficiente de la infraestructura de riego, favoreciendo el desempeño por un mayor tiempo al extraer volúmenes razonables.

Social. Apoya estudios de balance hídrico (recarga-extracción) para favorecer la permanencia de la superficie y producción agrícola.

Producción. Apoya el proceso de asignación de concesión de volúmenes (Registro Público de Derechos de Agua), tendiente a favorecer el equilibrio entre disponibilidad, consumo y demanda de agua.

Ambiental. Apoya la prevención de contaminación de los suelos agrícolas originada por la extracción de agua con minerales naturales (sobreexplotación) y que, adicionalmente, significan graves problemas de salud pública (por ejemplo: arsénico) al emplearse en uso urbano.

Tecnológico. Implementación (en la segunda fase) de un módulo informático que sistematice la generación del mapa de cultivos y se integre a un sistema que combine los

diferentes elementos que convergen en la producción agrícola de riego. Esto, para formular medidas de control de las extracciones y la administración de las concesiones de agua subterránea establecidas en el Registro Público de Derechos de Agua.



73 imágenes
LANDSAT
147 SENTINEL
CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA

2.4 Espacio de conocimiento



Con intención de consolidar su participación como la inteligencia hídrica nacional, el IMTA creó un espacio académico (con expertos nacionales e internacionales) que permite **organizar conferencias, cursos y talleres sobre temas científicos de interés** para dependencias gubernamentales, academia, sociedad civil e iniciativa privada.



Marco Antonio Sánchez Izquierdo

El IMTA ha generado un espacio académico con la finalidad de organizar conferencias, cursos y talleres sobre temas científicos de interés para dependencias gubernamentales, academia, sociedad civil e iniciativa privada, tanto nacionales como internacionales.

Durante el primer semestre, se organizaron las siguientes actividades:

- *Curso de monitoreo de sequías mediante índices multivariados* (23-26 de abril).
- *Presentación del trabajo de investigación doctoral Agricultura de riego asistida por satélites* (22 de febrero).
- *Conferencia y panel de discusión "Agua y Energía"* (16 de mayo).
- *Curso Drenaje agrícola en zonas húmedas* (13 de junio).
- *Curso Nueva didáctica de la hidráulica básica* (18 de junio).
- *Conferencia "Análisis global de patrones de precipitación extrema"* (18 de junio).
- *Conferencia "Explorando cómo se propagan las sequías y cómo afectan al sector eléctrico"* (19 de junio).



Además, el Instituto cuenta con la revista *Tecnología y Ciencias del Agua*, que retoma y preserva la tradición de divulgación del conocimiento en materia del agua en México, desde 1930, por parte del Gobierno Federal. Ofrece a estudiosos del agua de México y el extranjero un espacio de difusión de sus estudios y proyectos. En ese tenor, divulga resultados y soluciones científicas y tecnológicas a problemáticas relacionadas con el sector agua desde distintas disciplinas y desde diferentes latitudes, lo cual ayuda a la adopción y generación de nuevas tecnologías. Su presencia se ha vuelto esencial para los estudiosos de la temática del agua en México e Iberoamérica.



Otro espacio importante es el Centro de Conocimiento del Agua, esencial para la investigación, aprendizaje y docencia. Tiene como meta facilitar el acceso a los recursos de información y colaborar en los procesos de creación, organización y difusión del conocimiento.





Agua y productividad

CONOCIMIENTO PARA EL DESARROLLO
EQUITATIVO DE MÉXICO

Agua y productividad



El agua en México juega un papel clave en el desarrollo económico; en especial, considerando la estrecha relación de la significativa proporción de sus exportaciones basadas en los recursos naturales, con el agua. Además, los mercados globales presionan fuertemente para que los países de la región intensifiquen dichas actividades, en particular, si se reconoce su contribución a la seguridad alimentaria mundial. En este contexto, resulta necesaria una regionalización, en función de las zonas húmedas y las zonas áridas o semiáridas.

líneas de acción



3.1 ROTOPLAS-FONDO INSTITUCIONAL DE FOMENTO REGIONAL



3.2 NESTLÉ



3.3 TOYOTA



3.4 TECNOLOGÍA GEOESPACIAL PARA NIVELACIÓN DE TIERRAS

3.1 Rotoplas-Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación



El IMTA fomenta el uso de energía renovable para la agricultura sustentable, permitiendo el desarrollo de zonas rurales marginales y habilitando tierras de cultivo que hoy no son aprovechadas. Para ello, implementó un sistema desalador autónomo para agua salobre, que trabaja mediante nanofiltración solar a baja presión.

Con ello, se genera estabilidad social y apoyo a la producción alimentaria en Villa de Cos, Zacatecas.



Ulises Dehesa Carrasco

Eduardo Venegas Reyes

En el marco del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación, del Conacyt, el IMTA desarrolla, en colaboración con el Grupo Rotoplas S. A. B. de C. V., el proyecto *Implementación de sistemas de desalinización mediante tecnología fotovoltaica y nanofiltración en la mesa central de México*.

Dicha iniciativa potencializa el uso de energía solar en el sistema desalador autónomo para agua salobre, que trabaja mediante nanofiltración solar a baja presión. Con esta acción, se busca favorecer el desarrollo de zonas rurales marginales habilitando tierras de cultivo que, en circunstan-

cias actuales, no son aprovechadas, así como aumentar la disponibilidad hídrica local mediante el tratamiento de agua salobre, lo que se traduce en estabilidad social y apoyo a la producción alimentaria.

La capacitación y transferencia tecnológica pretende aumentar la rentabilidad de tierras potenciales que actualmente no se encuentran en producción, ante la falta de recurso hídrico de buena calidad para riego.

Hasta junio de 2019, se desarrolló un prototipo instalado en un invernadero en Villa de Cos, Zacatecas, mismo que inició su operación para dar seguimiento a un cultivo de jitomate que logró determinar un costo por metro cúbico de agua tratada equivalente a 1.05 (US\$) - 0.47 (m³).

Entre los principales avances y resultados destacan los siguientes:

- Construcción e instalación de dos prototipos de NF/RO-PV (nanofiltración/ósmosis inversa-pervaporación).
- Seguimiento del riego de plántulas de jitomate como unidad experimental NF/RO-PV.
- Capacitación a usuarios para utilizar el sistema de desalinización instalado.
- Se generaron tres publicaciones científicas, una tesis a nivel maestría y dos tesis de licenciatura.
- Se hizo una solicitud de patente.





Con este proyecto se pretende favorecer también la capacitación y transferencia tecnológica. El desarrollo de una unidad productiva busca establecer una línea base que sirva para cuantificar la rentabilidad y potencial de desarrollo local, además de la formación de estudiantes de diferentes grados académicos.

INVERNADERO EN ZACATECAS
JUNIO 2019



Metro cúbico de agua tratada equivalente a 1.05 (US\$) - 0.47 (m³).

3.2 Nestlé

El acuífero del valle de Puebla cubre una superficie aproximada de 2 000 km² y se compone de tres sistemas acuíferos: el superior, caracterizado por una buena calidad de sus aguas; un acuitado intermedio, caracterizado por aguas sulfurosas, y un tercer acuífero, establecido antes del basamento geohidrológico que se considera tiene agua de mala calidad. La recarga total media anual asciende a 339.6 hm³/año, e incluye la recarga natural y la recarga inducida. Las descargas naturales se realizan por medio de manantiales, flujo subterráneo, caudal base y evapotranspiración.

El proyecto *Análisis hidrogeológico de las acciones de restauración, reforestación, en los alrededores de la Fábrica Manantiales Asunción, ubicada en el acuífero Valle de Puebla y material didáctico de cultura del agua* tiene como objetivo determinar el incremento del volumen de recarga por acciones de restauración y reforestación en 400 hectáreas en la Reserva de Santa María, en Santa Rita Tlahuapan, Puebla, y estimar el impacto en los recursos hidrológicos por el pago de servicios ambientales en 4 000 hectáreas adicionales en la misma región.

El proyecto se concluyó el 30 de mayo de 2019. En cuanto a los resultados, se realizó el diseño e impresión de material didáctico, y se diseñó un taller participativo con diversos actores sociales de la zona de estudio, a fin de socializar los resultados más relevantes del estudio técnico. Se impartieron ocho talleres de cuatro horas de duración, para un total de 203 personas.

El IMTA determinó el incremento del volumen de recarga por acciones de restauración y reforestación en 400 ha de la Reserva de Santa María, en Santa Rita Tlahuapan, Puebla, lo que permitió estimar el impacto en los recursos hidrológicos por el pago de servicios ambientales en 4 000 ha adicionales en la misma región.



Edgar Yuri Mendoza Cazares
Alejandra Peña García



Entre los principales impactos del proyecto destaca la impartición de talleres y el material didáctico creado ex profeso para los mismos, que contribuyen a ampliar y complementar la información empírica con la que cuenta la gente respecto a la situación del acuífero y el impacto de las acciones derivadas de proyecto de reforestación, así como a modificar la actual cultura del agua y, con ello, los modos de pensar, sentir, actuar y desarrollarse en relación al recurso.

3.3 Toyota: acciones para mejorar la condición del río Querétaro en el área de influencia de la fábrica



El IMTA trabaja en la selección de un sistema de recuperación de la calidad del agua del río Querétaro, utilizando bioindicadores del estado biológico que responden a cambios en la calidad del agua.

María Antonieta Gómez Balandra



La Toyota Motor Manufacturing de Guanajuato encomendó al Instituto un trabajo derivado de los estudios efectuados por el IMTA en 2016, acerca de la cuenca del río Querétaro, el acuífero, y la generación y tratamiento de aguas residuales. Así, solicitó continuar el estudio en el área de influencia de la Toyota Automotriz localizada en Apaseo el Grande, Guanajuato. La propuesta comprendió un periodo de cinco años, iniciando en 2017. Las principales características de la cuenca del río Querétaro son: el río tiene un promedio anual de escurrimiento de 106 hm³/año, la cuenca se ubica en la zona de alta a media funcional de la región de Lerma-Chapala, la cuenca tiene 2 255 km² y cruza la ciudad de Querétaro.

El área de estudio de aguas superficiales comprende el análisis de datos de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua, para comparar estaciones en las partes superior, media y baja de la cuenca, mientras que la evaluación del Instituto se concentra en aproximadamente 15 estaciones de muestreo ubicadas en la última parte del río, desde la salida de la ciudad de Querétaro hasta la estación hidrológica Ameche.

Las comunidades biológicas en la zona son indicativas de un cambio en la calidad ambiental. Así, la vegetación ribereña y acuática está representada por especies tolerantes al deterioro en la calidad del agua y en hábitats con alto deterioro en su sustrato. El bajo nivel de desempeño ambiental ha hecho que solo se pueda mantener a pocos individuos de algunas especies, tales como anfibios, reptiles y aves, en áreas que serán transformadas en un futuro cercano. En el caso de la comunidad de Castillo, se cuenta con una red de drenaje, el colector principal del drenaje colapsado y no tiene sistema de tratamiento.

El proyecto busca caracterizar el régimen estacional del río y la calidad del



Mediciones de caudal en el río Querétaro para la modelación de calidad del agua



agua, de acuerdo con normas nacionales e internacionales, así como seleccionar un sistema de recuperación del río y de los indicadores clave de seguimiento asociados a especies indicadoras del estado biológico que responden a cambios en la calidad del agua.

Entre las principales acciones destaca la modelación de la calidad del agua del río Querétaro, en el tramo comprendido entre dos estaciones de la Red Nacional de Monitoreo de la Conagua, con objeto de estudiar escenarios de mejora en la calidad del agua del río al reducir el aporte de contaminantes proveniente de las descargas de aguas residuales o tributarios presentes en el tramo señalado, de tal manera que se cumpla con los criterios de calidad del agua para el uso de agua del río Querétaro; es decir, como fuente de abastecimiento de agua.

3.4 Tecnología geoespacial para nivelación de tierras con propósito de diseño y trazo de riego superficial

El proyecto *Tecnología geoespacial en la nivelación de tierras con propósito de diseño y trazo de riego superficial* tiene como objetivo validar la metodología de estimación de valores altimétricos derivadas de drones y diagnosticar las necesidades de nivelación de tierras agrícolas de riego superficial.

La nivelación de tierras es una actividad previa al establecimiento de cultivos (anuales o perennes), que consiste en mover tierra de un área de interés, de las partes más altas a las más bajas, para obtener una pendiente cero o con algún gradiente.

Las fuentes bibliográficas reportan que, al realizar este movimiento de suelo, se obtienen las siguientes ventajas:

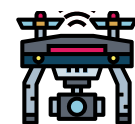
Agricultura de precisión. El IMTA utiliza tecnología geoespacial para diagnosticar las necesidades de nivelación de tierras agrícolas de riego superficial. Esto permite ahorro de agua y energía, por medio de una operación más eficiente de la maquinaria, control de la erosión de suelo y mejoramiento del drenaje superficial.



Victor Manuel Gordillo Salinas



DIAGNÓSTICO



Necesidades de nivelación de tierras agrícolas de riego superficial.

- Ahorro de agua, mano de obra y energía.
- Alta uniformidad en la aplicación del agua (con diseño y manejo adecuados).
- Mayor eficiencia en el uso de fertilizantes.
- Operación más eficiente de la maquinaria.
- Control de la erosión.
- Mejoramiento del drenaje superficial.

El costo para hacer una nivelación, por método tradicional o con equipo de nivelación láser, es elevado. Por tal motivo, es imposible llevar a cabo esta actividad de manera cotidiana. Bajo este esquema surge la necesidad de desarrollar metodologías con ayuda de equipos rápidos y precisos que puedan determinar si existe o no la necesidad de efectuar una nivelación de tierras.

Actualmente la fotogrametría con drones, usando el método de restitución fotogramétrica, genera una nube de puntos tridimensional que se utiliza para reconstruir el relieve terrestre, lo cual significa que es posible estimar datos altimétricos de la superficie de interés.

Este estudio, antes de la nivelación, pretende comparar datos puntuales medidos en campo colectados con equipo GPS-RTK (*Global Positioning System-Real Time Kinematic*) de alta precisión, con datos estimados desde drones, así como su respectivo cálculo de espesores de corte y relleno, y estimación de volumen. Posterior a la nivelación, se determinará la pendiente para conocer el grado de correlación entre los dos métodos.



A photograph of a stream with a rusted metal bucket and debris. The bucket is partially submerged in the water, which is dark and reflects the surrounding environment. The bucket has colorful paint on its exterior, which is mostly obscured by rust and dirt. The water is dark blue/black, and there are some green leaves and twigs floating in it. The background shows more of the stream and some green grass on the bank.

Agua y ambiente

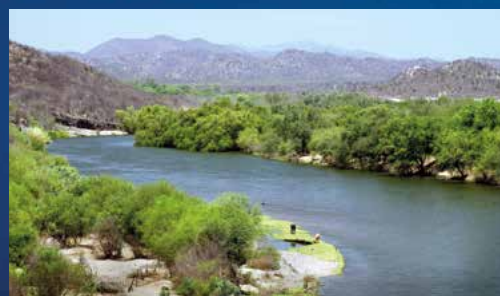
.....
INVESTIGAR PARA
REGENARAR EL PAÍS

Agua y ambiente



La gran riqueza y diversidad de los recursos hidrobiológicos de México necesitan ser conservados y protegidos. La inmensa biodiversidad del país se está perdiendo o está siendo seriamente amenazada por actividades humanas. Existen déficits actuales en relación con el agua y el ambiente que afectan severamente la seguridad hídrica, tanto en la disposición de fuentes de agua de buena calidad compatible con la protección de la salud de las personas y los ecosistemas, como en la integridad del ambiente.

líneas de acción



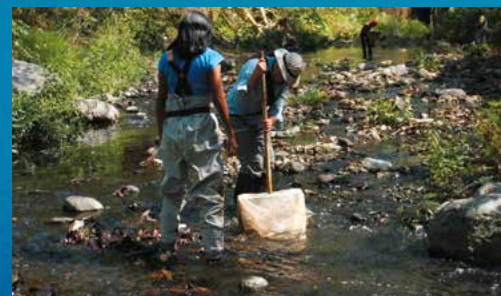
4.1 ARSÉNICO



4.2 MICROPLÁSTICOS



4.3 MANATÍES



4.4 RÍO CUAUTLA

4.1. Arsénico



Intervenimos para determinar la condición ambiental del río Yaqui, considerando los efectos de las descargas de los drenes agrícolas hacia el sistema lagunar de El Tóbari.

Este trabajo generó un registro de la forma de manejo de los plaguicidas en la zona y su impacto de contaminación del agua disponible para consumo humano, lo que permitió elaborar un diagnóstico y áreas de oportunidad para mejorar la calidad del agua que se consume.



Sofía Esperanza Garrido Hoyos

El proyecto *Estimación y dispersión de contaminantes en el río Yaqui (Sonora, México), evaluación y riesgos ambientales* inició en 2017 para determinar la condición ambiental del río Yaqui, considerando los efectos de las descargas de los drenes agrícolas hacia el sistema lagunar de El Tóbari. El proceso de identificación se enfocó principalmente en el Dren Colector Arroyo 16 (DCA-16), que desemboca en la laguna.

Hasta 2018 se habían realizado campañas de muestreo de agua en laguna, drenes y tributarios, canales de riego, pozos y plantas potabilizadoras en los periodos agrícolas de secano, siembra y riegos de auxilio. En la laguna se han muestreado sedimentos, metales y organismos biomonitores. Los resultados indicaron contaminación en los cuerpos de agua por efecto de las actividades agrícolas y las descargas municipales y pecuarias.

El proyecto tiene como objetivo monitorear, en la cuenca baja del río Yaqui, la calidad del agua en el DCA-16, y el agua de pozo, sedimentos y organismos biomonitores de la laguna de El Tóbari. Toma en cuenta, también, aplicar modelos de simulación de contaminación difusa para cuantificar los efectos del uso de agroquímicos y su transporte hacia los drenes, con énfasis en el DCA-16, y hasta la descarga en la laguna.

De igual forma, contempla estimar la bioacumulación en los cuerpos receptores en la biota de la laguna de El Tóbari, desarrollar diagnósticos de la bioacumulación en la biota y su relación directa con la pesca y sus efectos los colaterales en la población cercana a la laguna, y analizar las tecnologías que puedan aplicarse para la remoción de arsénico en los pozos que abastecen de agua a la población de los pueblos yaquis, considerando su costo de implementación, mantenimiento y problemática de transferencia.

Toma de muestras



Entre los principales avances y resultados destacan: monitoreo de la calidad del agua en el DCA-16, en los pozos de las comunidades agrícolas y de los pueblos yaquis, así como en sedimentos, columna de agua y organismos en la laguna de El Tóbari.

En el caso de modelos hidrodinámicos, se tiene un resultado con respecto a la bioacumulación de la contaminación en la matriz de suelo de la zona regable y que, por el proceso de lixiviación, descarga a los drenes colectores para su posterior colección en el sistema estuarino lagunar de El Tóbari. También, se tiene un registro de la forma de manejo de directo de los



Puntos de muestreo del río Yaqui

plaguicidas por parte de las compañías de aerofumigación que prevalecen en la zona, y su impacto de contaminación en el agua disponible para consumo humano en las poblaciones agrícolas e indígenas.

El trabajo marca una línea base del estado actual de los impactos de la actividad agrícola, pecuaria y pesquera litoral en los diversos centros de población en la zona del río Yaqui, identifica los impactos ambientales y de bioacumulación en la laguna de El Tóbari, así como la generación de un diagnóstico y puntos de oportunidad para mejorar la calidad del agua que se consume en los centros de población agrícola y pueblos yaquis.

4.2. Microplásticos



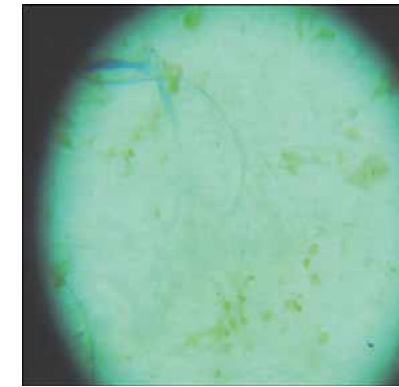
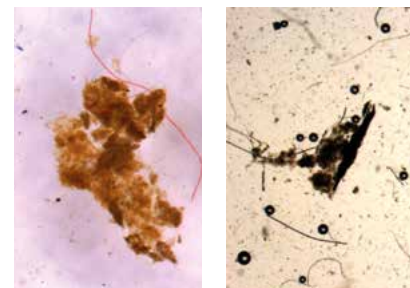
Yolanda Pica Granados

Generamos evidencia sobre la problemática de la contaminación por microplásticos en aguas interiores empleadas como fuentes de abastecimiento, en plantas potabilizadoras, de aguas residuales municipales y en regiones de importancia ecológica y alimentaria de México. Este conocimiento permite la creación de políticas públicas para reducir el uso y disposición de microplásticos.

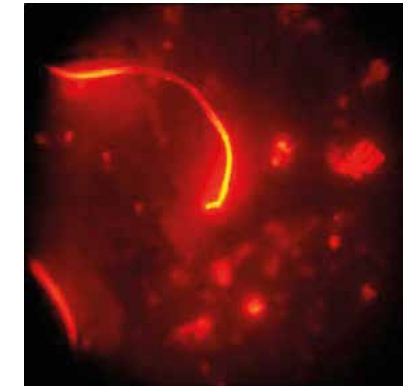
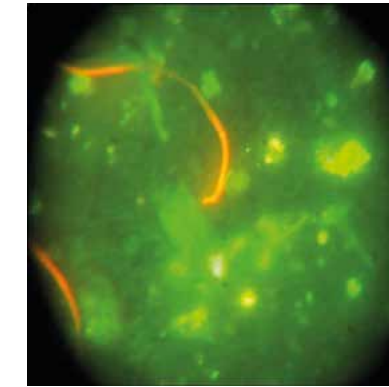
El proyecto *Contaminación por fibras, fragmentos, y/o gránulos plásticos microscópicos en fuentes superficiales de abastecimiento de agua potable en México. Fase II*, genera evidencia sobre la problemática de la contaminación por microplásticos en aguas interiores empleadas como fuentes de abastecimiento, en plantas potabilizadoras, de aguas residuales municipales y en organismos de importancia ecológica y alimentaria de México.

En el país se carece de información sobre microplásticos en aguas interiores o en fuentes de suministro, lo que en el 2018 motivó el desarrollo de la Fase I de la investigación para generar las primeras evidencias. El hallazgo de fibras y partículas menores a 45 µm (micras) en la totalidad de las aguas analizadas sustentó la necesidad de continuar con la Fase II, integrando el desarrollo de métodos de muestreo y procesamiento de muestras adecuados para su evaluación en sedimentos, organismos,

Imagen tomada por microscopía estereoscópica en campo claro



Microplásticos en agua del influente de la Planta Potabilizadora Miravalle en Guadalajara, Jalisco



agua natural, y plantas potabilizadoras y residuales de dos reservorios de agua para suministro de ciudades.

Durante el primer semestre del 2019, se logró rediseñar la red de muestreo a tres mallas, lo que permitió arrastres óptimos de cinco minutos; muestreos en Chapala, Valle de Bravo, las plantas potabilizadoras Miravalle y los Berros y en la planta de tratamiento de aguas residuales Cuautla, así como la caracterización de fibrosis quística y microscópica de muestras y pruebas con tratamientos para depuración de microplásticos ambientales.

Los principales impactos se asocian a la necesidad de generar evidencia de la presencia de los microplásticos en cuerpos de agua o en organismos de consumo humano, en agua potabilizada y aguas residuales. Documentar lo anterior, sustenta la creación de políticas públicas para reducir el uso y disposición de plásticos.

4.3. Manatíes



María del Pilar Saldaña Fabela

Con el objetivo de determinar la problemática asociada a la mortandad de manatíes en el sistema fluvial del río Los Bitzales, en Macuspana, Tabasco, el IMTA destina sus capacidades a la determinación de las causas de muerte de esta especie en peligro de extinción.

Con el objetivo de determinar la problemática de los florecimientos algales, identificando la dinámica de crecimiento de las cianobacterias como probable causante de mortandad de manatíes y caracterizar la hidrodinámica del sistema fluvial del río Los Bitzales, Macuspana, Tabasco, el IMTA desarrolla un proyecto para determinar las causas de muerte de esta especie en peligro de extinción.

A partir de mayo de 2018 se reportaron los primeros ejemplares muertos de manatí (*Trichechus manatus*), especie catalogada "en Peligro de Extinción (P)", en los ejidos La Pitahaya, Nabor Cornelio y El Venadito, en Macuspana, Tabasco. En agosto del mismo año, el Instituto participó en la determinación de cianobacterias y clorofila con equipo especializado para aportar

información de probable envenenamiento por toxinas de cianobacterias, ya que los resultados de calidad del agua detectaron, en bajas concentraciones, la presencia de níquel, cromo, Bis-2-(etilhexil) ftalato, 4-4DDE. Asimismo, las condiciones ambientales de ese año: sequía, bajo nivel del agua e incidencia solar alta, quizá desencadenaron florecimientos algales potencialmente tóxicos que pudieron casar con la mortandad de los manatíes.



Se realizó una campaña de monitoreo y los parámetros de campo se presentaron en los siguientes intervalos: oxígeno disuelto, 3.8 a 5.8 mg/L; temperatura, 28.4 a 31.6 °C; pH, 7.1 a 7.7, y conductividad, 358 a 459 µS/cm. Las anteriores son condiciones ambientales adecuadas para la vida acuática, a excepción del oxígeno disuelto (3.8), detectado en la estación Manatí 9, correspondiente al río Maluco, afluente del río Los Bitzales.

Los impactos científicos y tecnológicos del proyecto radican en que se tendrá un mayor conocimiento de la problemática de las cianobacterias, que podrían ser causantes de la mortandad de los manatíes. En el aspecto social, la mortandad de peces, también asociada a los florecimientos algales en la zona, afecta la pesca de autoconsumo y venta de las cooperativas pesqueras, que se han visto disminuidas en la zona de Los Bitzales.



Colecta de fitoplancton para su análisis en laboratorio

4.4. Río Cuautla

El proyecto *Evaluación del entorno ambiental asociado a la termoeléctrica Huexca* genera la línea base del entorno ambiental asociado a la Central Termoeléctrica Huexca, previo posterior a su entrada en operación.

Se desconocen los posibles impactos que la entrada en operación de esta termoeléctrica pudiera ocasionar en los recursos hídricos en la cuenca, con respecto a la calidad del agua del río Cuautla y afluentes, a la alteración de la vegetación aledaña a la planta y sus efectos por la emisión de contaminantes atmosféricos en el área circundante.

Se han efectuado tres recorridos prospectivos y se definieron los sitios de monitoreo continuo. Se ha solicitado a la Comisión

Ocupados por la problemática social y ambiental derivada de la construcción de la Central Termoeléctrica de Huexca, en Morelos, el IMTA **construye la línea base del entorno hidro-ambiental asociado al río Cuautla**, con el fin de que sea posible identificar impactos en caso de la entrada en operación de esta termoeléctrica.

Para ello se construye una **plataforma de información abierta al público y de consulta en tiempo real, la cual sería la primera experiencia de esta clase en el estado de Morelos**, atendiendo el principio de transparencia de información y evidencia, para la construcción de confianza con la sociedad.



Perla Edith
Alonso Eguía Lis



Norma
Ramírez Salinas



Jorge Luis
Izurieta Dávila



MEDICIONES



Registro de la calidad del agua por las alteraciones de aguas residuales.



Federal de Electricidad el acceso guiado a la termoeléctrica, se ha adquirido material para el programa de monitoreo continuo en dos sitios del río Cuautla, se colectó la información de calidad del agua histórica (2012 a 2018) del tramo en interés a partir de la Red Nacional de Monitoreo de la Conagua, y se cuenta con el plan de muestreo para efectuar la primera de cinco campañas de muestreo y aforo.

Este proyecto define las posibles alteraciones ambientales que podría ocasionar la entrada en operación de la termoeléctrica en la cuenca, así como precisar las alteraciones de la disponibilidad de agua posterior a la planta de tratamiento de aguas residuales de Cuautla.

Asimismo, permite contar con mediciones continuas de parámetros de calidad del agua para registrar alteraciones por los retornos de aguas residuales de la termoeléctrica en el río Cuautla, y la transmisión de la información a una plataforma de consulta en tiempo real, la cual sería la primera experiencia en el estado de Morelos.



IMTA
transversal

IMTA transversal



El conocimiento del agua trasciende la visión unidisciplinaria (ej. ingenieril o económica) que tradicionalmente se le ha dado. Por ello, esta nueva era del IMTA motiva su quehacer sobre una visión prospectiva e interdisciplinaria del agua, generando alianzas con distintas dependencias del Gobierno Federal, para hacer del agua un elemento clave para el desarrollo equitativo de México.

Tradicionalmente, el IMTA ha sido considerado como un aliado técnico de la Conagua. Sin embargo, reconociendo que el agua es un tema transversal, se ha identificado como principal estrategia fortalecer los vínculos de colaboración con las dependencias de gobierno y del sector ambiental, así como con la sociedad civil.

vinculación

5.1 CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

5.2 COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

5.3 CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

5.4 CÁNTARO AZUL

5.1 Centro Nacional de Prevención de Desastres

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) y el IMTA han convenido impulsar acciones conjuntas de desarrollo en proyectos tecnológicos e investigación, intercambio de información de redes de monitoreo, transferencia de tecnología

y desarrollo de talleres y capacitación a dependencias de los tres órdenes de gobierno.

Los riesgos hidrometeorológicos son de naturaleza global. Las entidades expuestas a sus impactos son amplias, desde los seres humanos, agricultura e infraestructura, hasta el ambiente. Los eventos recientes en México, como las inundaciones de Tabasco en 2007 o los impactos de los huracanes Ingrid y Manuel en 2013, son muestra del incremento en la vulnerabilidad de la sociedad,

que resulta de la interacción entre el ciclo hidrológico intensificado, el crecimiento poblacional y la urbanización desordenada. Asimismo, la magnitud y ubicuidad del cambio hidroclimático global hace necesario establecer nuevas estrategias de planeación, en función de los riesgos que ya se aprecian.

La evaluación de riesgo e incertidumbre es esencial para favorecer la gestión adaptativa del riesgo, evaluar estrategias que permitan incrementar la resiliencia y definir medidas de mitigación sustentables. Para ello, es necesario incorporar el conocimiento científico de punta en la definición de políticas públicas que permitan la solución de problemas, considerando un desarrollo sostenible de la nación.

En el mundo, la solución para hacer frente a retos de agua y clima tienen como condición inicial el conocimiento de las variables. Por eso en IMTA trabajamos junto con CENAPRED en la generación de tecnología mexicana y abierta, para medir y anticipar impactos de eventos extremos.



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES



5.2 Comisión Nacional Forestal

El acceso al agua para todos requiere de una visión ambiciosa más allá del paradigma de abastecimiento de agua potable. La conservación de la cobertura vegetal y los cambios en el uso del suelo impactan de manera directa en la cantidad y calidad de

los recursos hídricos. En ese sentido, la Comisión Nacional Forestal (Conafor) y el IMTA han establecido un convenio de colaboración para promover

programas de cooperación científica y técnica que contribuyan al desarrollo sustentable del país. Las actividades consideradas son: desarrollo de proyectos de investigación, asistencia técnica y científica, intercambio de información, capacitación y apoyo en la enseñanza para incrementar capacidades y conocimientos.

En un mundo cambiante, para hacer posible el mantra de #NoDejarANadieAtrás, necesitamos evolucionar. Cumplir los #ODS #Agenda2030 requiere de la acción concertada del sector ambiental; manejo de agua se traduce en manejo de bosques, costas, humedales y territorio. Por eso, establecimos un convenio de cooperación con Conafor.



CONAFOR

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL



5.3 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

El IMTA, como Centro Público de Investigación dedicado al desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación en materia del agua, requiere mantener una relación estrecha con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

En el Instituto se contemplan, como aspectos innovadores, tres temas fundamentales: identificar rutas científicas y tecnológicas que reduzcan la inseguridad hídrica y la protección de los sistemas hidrológicos naturales; comprender los riesgos de seguridad hídrica relacionados con los sistemas naturales, y equilibrar la política, considerando el nexo agua-energía-alimentos, territorio, impacto social y conciencia ambiental.

Durante el primer semestre del 2019, el IMTA ha participado con el Conacyt en temas tales como el incremento del sargazo en la zona del mar Caribe, el proyecto del Complejo Cultural del Bosque de Chapultepec, y en el diagnóstico y gestión integrada de los recursos hídricos en las subcuencas del exlago de Texcoco.

Hemos superado la era de un gobierno desarticulado. En IMTA trabajamos de la mano del Conacyt para poner la inteligencia hídrica nacional al servicio de México.



5.4 Cántaro Azul

La gestión comunitaria del agua es una prioridad para el IMTA, así como el desarrollo e implementación de tecnologías sostenibles al servicio de comunidades rurales. El Instituto impulsó la colaboración con Cántaro Azul, A. C., con el propósito de fortalecer las capacidades y experiencia en la atención de poblaciones que presentan condiciones de marginación y falta de acceso al agua y al saneamiento.

Cántaro Azul es una asociación civil dedicada a ofrecer soluciones tecnológicas para el beneficio de las personas (niños, niñas, jóvenes, mujeres, adultos, adultos mayores); sectores; regiones de escasos recursos; comunidades indígenas; zonas rurales, semiurbanas y urbanas; grupos vulnerables por edad, sexo o problemas de discapacidad, mediante actividades de investigación, desarrollo e innovación en aspectos de prevención y control de la contaminación del agua, aire y suelo; protección del ambiente; preservación y restauración del equilibrio ecológico de las cuencas hidrográficas, y el mejoramiento de la salud.

Esta colaboración busca establecer las bases generales para el desarrollo de actividades conjuntas que contribuyan al manejo, gestión, conservación y rehabilitación del agua.

Por el bien de todos, primero los pobres. Por esta razón, el IMTA impulsó la colaboración con la asociación civil Cántaro Azul, con el propósito de fortalecer las capacidades y experiencia en la atención de poblaciones que presentan condiciones de marginación y falta de acceso al agua y al saneamiento.





IMTA
global



El incremento en la complejidad de los modelos terrestres ha sido posible gracias al crecimiento en el poder de cómputo, ej. modelos climáticos y oceánicos. IMTA trabaja en su implementación para dar soporte a decisiones, lo hacemos de forma estratégica compartiendo e intercambiando conocimiento en la arena global.

El IMTA busca los mecanismos para motivar el intercambio académico y el desarrollo de actividades técnicas de interés conjunto con redes de científicos, información, conocimiento y transferencia de tecnología.

transferencia tecnológica

6.1 CENTRO REGIONAL PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA

6.2 CONFERENCIA INTERNACIONAL DE HIDROINFORMÁTICA - HIC 2020

6.3 CÁTEDRA UNESCO-IMTA

6.4 AGENCIA MEXICANA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO



6.1 Centro Regional para la Seguridad Hídrica

El IMTA y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM) firmaron el acta para la conformación del Centro Regional para la Seguridad Hídrica (CERSHI), auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). La misión del Centro consiste en mejorar la cooperación científica en la región y profundizar en la comprensión de las investigaciones sobre el agua, prestando especial atención a la seguridad de los recursos hídricos. Asimismo, busca comprender y abordar la problemática relacionada con la seguridad hídrica en diversas escalas (espacial y temporal), tomando en cuenta los diversos contextos socioeconómicos.

El miércoles 10 de abril se llevó a cabo la presentación del CERSHI, que representa la suma de las capacidades técnicas entre el IIUNAM y el IMTA, para la solución de los grandes problemas hídricos en la región de América Latina y el Caribe.

La ceremonia, realizada en la Torre de Ingeniería de Ciudad Universitaria, fue presidida por el Dr. Enrique Graue, rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); la Dra. Claudia Sheinbaum, Jefa de Gobierno de la Ciudad de México; la Dra. Blanca Cisneros, Directora General de la Conagua; el Lic. Frédéric Vacheron, representante de la Oficina de la Unesco en México; el Dr. Luis Álvarez Icaza, Director del IIUNAM, y el Dr. Adrián Pedrozo, director general del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

El trabajo conjunto entre el IMTA y el IIUNAM, que se dirige a fortalecer la cooperación técnica y científica en la región, se suma a la generación de soluciones; entre ellas, ante los riesgos hidrometeorológicos ocasionados por eventos extremos o aquellos que comprometan la calidad del recurso.

6.2 Conferencia Internacional de Hidroinformática HIC 2020

El IMTA, en colaboración con la UNAM, organiza la XIV Conferencia Internacional de Hidroinformática, que tendrá lugar del 26 al 30 de julio de 2020 en la Ciudad de México. Esta conferencia cuenta con el respaldo de la International Water Association y la International Association for Hydro-Environment Engineering and Research.

Los temas a presentarse serán: las tecnologías de la información y la comunicación para la gestión y monitoreo del agua, sensores remotos, *Big data* (macrodatos), modelación numérica, gestión integrada del agua e inteligencia artificial.

6.3 Cátedra Unesco-IMTA

Las cátedras Unesco buscan crear capacidades a través de la transferencia de conocimientos entre investigadores de alto nivel, así como contribuir en la renovación e internacionalización de la educación superior en los esquemas de cooperación interdisciplinaria, intersectorial y de formación de redes de investigación en todos los campos del conocimiento.

En el mundo existen 678 cátedras Unesco y 44 redes Unitwin (*University Twinning and Networking*). Muchas de ellas evolucionan y dan origen a centros de investigación. En el Instituto, la Cátedra Unesco-IMTA fue aprobada en mayo de 2008 y establecida en julio de ese mismo año. Ahora, se busca la renovación para el trienio 2019-2022.

El objetivo de la Cátedra Unesco-IMTA consiste en fomentar un sistema integrado de actividades de investigación, formación, información y documentación en el campo del agua y la sociedad del conocimiento. La Cátedra constituye un instrumento para facilitar la colaboración entre investigadores de alto nivel y reputación internacional, pertenecientes al propio Instituto, a otras instituciones de México, a organizaciones de América Latina y el Caribe, o bien, a otras regiones del mundo.



6.4 Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo

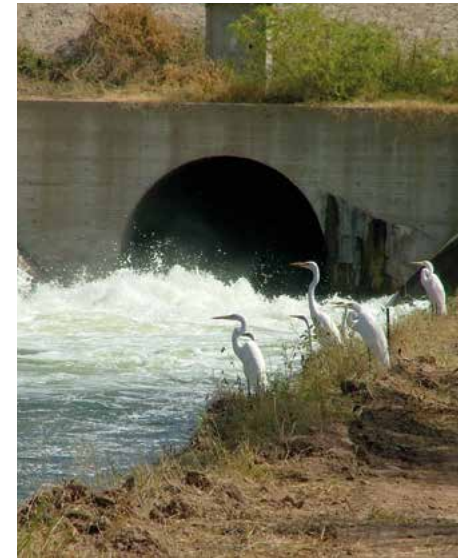
El IMTA se ha propuesto compartir sus experiencias con los países de América Latina y el Caribe, a través del fortalecimiento de la colaboración con la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexcid).

Cooperación bilateral

El IMTA ha participado en diversas reuniones bilaterales con países de América Latina y el Caribe, con objeto de evaluar el avance de los proyectos adoptados en 2018 y aprobar nuevos proyectos para el bienio 2019-2020.

Reunión de Evaluación de Medio Término del Programa de Cooperación Técnica y Científica entre México y Nicaragua, 10 de abril de 2019, en la Secretaría de Relaciones Exteriores.

El Instituto, junto con autoridades de Nicaragua, ejecuta en el marco de dicho programa los proyectos *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*.



Reunión de Comisión Mixta de Cooperación Técnica y Científica entre México y Honduras, 9 de mayo de 2019, en la Secretaría de Relaciones Exteriores.

En el marco de dicha reunión, se aprobaron dos proyectos en los que participa el IMTA como implementador, *Lineamientos operativos para la formulación del Plan Maestro de Drenaje Urbano de Tegucigalpa y 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*.

Reunión de Evaluación de Medio Término del Programa de Cooperación Técnica y Científica entre México y Bolivia, 12 de junio de 2019, en la Secretaría de Relaciones Exteriores.

El Instituto ejecuta el proyecto *Desarrollo de capacidades e intercambio de experiencias en el sector riego*.

Reunión de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica y Científica entre México y República Dominicana, 11 de julio de 2019, en la Secretaría de Relaciones Exteriores.

Se aprobó el proyecto *Fortalecimiento de las capacidades técnicas para la implementación de servicios de agua potable y saneamiento con participación comunitaria organizada*.

Asimismo, el IMTA ha participado en diálogos y talleres que han permitido identificar áreas de oportunidad con organizaciones internacionales como el Banco Mundial y la Unión Europea.

Taller sobre medio ambiente y cambio climático: *Oportunidades de colaboración con el Banco Mundial*. 15 de abril de 2019, en la Semarnat.

Diálogo de Alto Nivel de Medio Ambiente, celebrado el 26 de abril de 2019 en la Semarnat. Durante la reunión se intercambiaron áreas de interés en diversos temas; entre ellos: recursos hídricos. Se acordó realizar un encuentro bilateral en el último trimestre de 2019 para abordar con detalle las posibles áreas.

Diálogo de Alto Nivel sobre Cambio Climático, efectuado el 4 de junio de 2019 en la Semarnat. Como parte de las áreas de interés, entre ambas partes se estableció la posibilidad de generar intercambios científico-tecnológicos en materia hídrica desde una perspectiva de cambio climático, abordando los temas referentes a sequía, inundaciones, eventos hidrometeorológicos y pérdida agrícola por el cambio climático.

Cooperación triangular

En el marco del proyecto de cooperación triangular denominado *Gestión integrada del agua para el saneamiento del río Rocha (Cotrimex III)*, el IMTA proporcionó asesoría técnica en monitoreo

de fuentes de contaminación puntual y no puntual o difusa, del 16 al 23 de marzo, y en cultura del agua, del 25 al 28 de abril de 2019; ambas actividades celebradas en Cochabamba, Bolivia.

En el marco del proyecto de cooperación triangular México-Alemania-Bolivia, *Gestión integrada del agua para el saneamiento del río Rocha*, el Instituto ha participado como coorganizador en las siguientes actividades:

- 📍 Conclusión, en enero de 2019, del diplomado Tratamiento de Aguas Residuales y Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, que el IMTA impartió desde agosto de 2018, junto con la Universidad Mayor de San Simón, bajo el esquema semipresencial con entorno virtual.
- 📍 Impartió los talleres *Cultura del agua enfocada a jóvenes y Didáctica para la cultura del agua*, efectuados del 25 al 28 de abril de 2019 en Cochabamba, Bolivia.
- 📍 Capacitó y brindo asesoría técnica a cuatro bolivianos, del 17 al 21 de junio, en materia de calidad del agua, en las instalaciones del Instituto.
- 📍 Participó en las reuniones de trabajo que se llevaron a cabo del 10 al 14 de junio en México, cuyo objetivo fue concluir con el proyecto de manera formal, evaluar los resultados obtenidos durante su ejecución y conversar acerca de la viabilidad de negociar una nueva fase del proyecto.

En el proyecto de cooperación triangular México-Alemania-Bolivia, *Desarrollo de capacidades para la gestión eficiente del agua en sistemas multipropósito*, el IMTA gestionó, coordinó y fungió como coorganizador de las siguientes actividades:

- 📍 Tecnólogos del Instituto proporcionaron asesoría técnica en materia de desarrollo de capacidades para la gestión eficiente del agua en sistemas multipropósito, del 25 al 29 de marzo de 2019, en La Paz, Bolivia.
- 📍 Se otorgó asesoría técnica para la formulación de una estrategia para planeación y administración sustentable del agua en sistemas multipropósito, del 12 al 19 de mayo de 2019, en La Paz, Bolivia.
- 📍 Se recibió, en las instalaciones del IMTA, una delegación de 12 personas de distintos niveles de gobierno de Bolivia para brindarles capacitación y asesoría técnica en materia de planificación hídrica, modelación hidrológica y gestión de recursos hídricos con la plataforma de simulación WEAP, del 18 al 23 de julio de 2019.

Cooperación regional

- 📍 Reunión del Programa Mesoamericano de Cooperación 2019-2020, 5 de abril de 2019, en la Secretaría de Relaciones Exteriores. Como parte de los acuerdos de dicha reunión, se solicitó al Instituto apoyo para proponer proyectos en la región centroamericana en materia de monitoreo de sequía, para ser abordados de manera regional.



Cooperación tringular
México-Alemania-Bolivia



Cursos internacionales

- 📍 Se aceptó la capacitación de una tecnóloga en la Convocatoria de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón: "Tecnología de Tratamiento de Aguas Residuales".
- 📍 El IMTA participó en el taller *Curso de capacitación regional sobre modelado de equilibrio habilitado por isótopos en el contexto del cambio climático*, del 8 al 12 de julio de 2019, en Paraguay.

En materia internacional, se retomó la implementación de cuatro proyectos de cooperación bilateral con Cuba, El Salvador, Haití y Nicaragua, en materia de modelos hidráulicos, reservorios de agua de lluvia, protección del agua de superficies y del manto freático por medio de vermicultura, y manejo sostenible del agua en la agricultura.

Asimismo, se continuó con la ejecución de las actividades comprometidas por el Instituto en el marco de los dos proyectos de cooperación triangular México-Alemania-Bolivia: *Gestión integrada del agua para el saneamiento de la cuenca del río Rocha-Cotrimex III* y *Desarrollo de capacidades para la gestión eficiente del agua en sistemas multipropósito*.

Además, se aprobaron dos proyectos de cooperación bilateral con Honduras en materia de tecnologías de riego y drenaje urbano.



Capacidades
para el futuro

CAPACIDADES para el futuro



El IMTA tiene el compromiso de formar los recursos humanos competentes y capaces de transformar a la sociedad; que sean reflexivos, creativos, innovadores y cuestionadores del dogma; capaces de convertir las ideas en realidad por medio de la expansión de los horizontes del conocimiento.

líneas de acción

7.1 TALLER SOBRE SEQUÍAS

7.2 POSGRADO

7.3 CAPACITACIÓN

7.4 FOMENTAR EL TALENTO CIENTÍFICO. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA E ISOTÓPICA

7.1 Taller sobre sequías

México es un país con alta vulnerabilidad ante los efectos de la sequía. Ésta, por su lenta evolución, es un fenómeno natural costoso por sus impactos ambientales, sociales y económicos.

Con el fin de brindar herramientas para caracterizar los rasgos principales de los eventos de sequía y cuantificar el grado de amenaza que representan, del 23 al 26 de abril, se impartió el curso *Monitoreo de sequías mediante índices multivariados*.

Con un total de 44 participantes provenientes de instituciones de todo el país, el grupo se integró por personal operativo, investigadores y estudiantes de posgrado interesados en el manejo de los conceptos, enfoques y herramientas informáticas que les permitan estudiar el fenómeno y generar conocimiento para la toma de decisiones dirigidas al manejo de los recursos hídricos en las diversas actividades, ante una sequía.

Gracias al apoyo de la Amexcid, el curso contó con participantes de El Salvador, Guatemala y Honduras.



7.2 Posgrado

La formación de recursos humanos es un pilar fundamental para conseguir el bienestar social-económico, mayor productividad y competitividad de los estudiantes.

En este sentido, el IMTA ofrece programas de posgrado de investigación presenciales: maestría y doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua; Ingeniería Civil/Hidráulica e Ingeniería Ambiental/Agua. Igualmente ofrece, en la modalidad a distancia, la maestría en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, con un enfoque de profesionalización.

El posgrado IMTA de Ciencias y Tecnología del Agua cuenta con 31 alumnos inscritos; 17 de maestría y 14 de doctorado. A nivel maestría, se impartieron 24 cursos curriculares y dos extracurriculares. Durante el primer semestre de 2019 se otorgaron tres grados de maestría y un doctorado. La eficiencia terminal a nivel maestría es de 71 por ciento y, a nivel doctorado, de 31 por ciento.

El posgrado IMTA de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, a distancia, tiene siete alumnos inscritos y se impartieron diez cursos. En este periodo se graduó un alumno.

Al interior del posgrado de Ingeniería IMTA-UNAM, el Programa de Ingeniería Civil/Hidráulica mantiene 32 alumnos inscritos, de los cuales 25 son de nivel maestría y siete de doctorado. Se impartieron 44 cursos a nivel maestría y se otorgaron tres grados en este nivel. La eficiencia terminal es de 80% a nivel maestría y de 50% a nivel doctorado.

El Programa de Ingeniería Ambiental Agua tiene 18 alumnos inscritos, de los cuales 15 son de nivel maestría y tres de doctorado. Se impartieron 22 cursos a nivel maestría. La eficiencia terminal es de 86% a nivel maestría y de 70% a nivel doctorado.





MONITOREO ISOTÓPICO



Información para mejorar la gestión eficiente de los recursos hídricos.

las aguas atmosféricas, superficiales y subterráneas, bajo las condiciones climatológicas, orográficas y ambientales del territorio nacional.

Entre los principales avances destacan:

- Operación continua de 28 estaciones de monitoreo isotópico de lluvia integrantes de la red.
- Base de datos de la composición isotópica y química de las 15 provincias fisiográficas de México.
- Mapa isotópico preliminar de México.
- Puesta en operación y aplicación del analizador láser LRWIA 4SEP, en la medición de la isotopía de muestras de agua natural.
- Desarrollo del curso nacional de capacitación de química e isotopía atmosférica.
- Evaluación de la calidad de resultados del laboratorio de hidrología isotópica, mediante ejercicio de intercomparación regional del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Este proyecto contribuye a mejorar la planeación, aprovechamiento y gestión eficiente de los recursos hídricos, con énfasis en las aguas subterráneas del país, mediante el uso de la composición isotópica de la lluvia de las provincias fisiográficas de México; integra la hidrología isotópica en las evaluaciones nacionales de los recursos hídricos; simula numéricamente el funcionamiento hidrogeológico de acuíferos, cuencas y componentes del ciclo hidrológico, y realiza la caracterización de la calidad química de las aguas meteóricas y sus efectos en los componentes del ciclo hidrológico y en el medio ambiente.

Este proyecto cuenta con el apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) que, de manera continua, lleva a cabo capacitación para especialistas en el IMTA, a escalas regional e internacional.



7.3 Capacitación

El IMTA ofrece consultorías, asesorías y capacitación, así como servicios tecnológicos para el fortalecimiento de capacidades al personal del sector hídrico a escala nacional. Asimismo, promueve la transferencia de tecnología generada por el Instituto, para diferentes usuarios del agua.

En este contexto, a fin de atender la solicitud de servicios y el desarrollo de productos educativos, se hace necesaria la creación de un proyecto de servicios menores que concentre y atienda las solicitudes, facilitando así la oportuna respuesta a los diferentes clientes que demanden un proceso de formación de recursos humanos. Por ello, anualmente se define el Programa Anual de Educación Continua para el sector hídrico.

Durante el primer semestre de 2019 se han desarrollado ocho cursos, capacitando a 69 participantes, logrando así un total de 2 456 horas/hombre.

Con esta capacitación, se dota de herramientas a los participantes, facilitándoles su trabajo, atención y solución efectiva de problemas técnicos que les permitan optimizar procesos, mejorar su desempeño, elevar la calidad de sus actividades, disminuir errores y, en consecuencia, obtener el beneficio económico de las instituciones.

7.4 Fomentar el talento científico. Caracterización química e isotópica

La Red Nacional de Monitoreo de la Composición Isotópica y Química de la Precipitación Pluvial (Renip) es un proyecto que complementa el conocimiento y naturaleza integral de los recursos hídricos, con énfasis en aguas subterráneas.

La evaluación integral de los recursos hídricos es crítica para enfrentar la escasez de agua y requisito técnico clave para comprender la dinámica del agua en el ciclo hidrológico. Los isótopos ambientales son trazadores naturales gratuitos que proporcionan datos esenciales a fin de determinar el comportamiento de las aguas atmosféricas, superficiales y subterráneas.

La Renip tiene como objetivo generar información de la composición isotópica contenida en la precipitación pluvial para caracterizar las variables que gobiernan el comportamiento de





Anexo

8.1 25 Programas prioritarios del Gobierno Federal

Definición del futuro del nuevo Aeropuerto Internacional de México	PROYECTOS INTERNOS 1. Texcoco. PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Desarrollo de la Región del Istmo por medio de un ferrocarril de carga y facilidades fiscales para la instalación de empresas	PROYECTOS INTERNOS 1. Plan Estratégico para el Saneamiento de la cuenca del río de Los Perros. Etapa 1. Diagnóstico y propuesta de solución. PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Construcción del Tren Maya con la ruta Cancún-Tulum-Bacalar-Calakmul-Tenosique-Palenque	PROYECTOS INTERNOS 1. Anteproyecto para la instalación de ecotecnias en viviendas de localidades de alta y muy alta marginación en la zona de influencia del Tren Maya. 2. Estudio hidrogeohidrológico del acuífero de Xpujil (Calakmul-Holpechen) en el estado de Campeche. 3. Relación agua-energía para apoyar la producción de alimentos en la zona de influencia del tren maya, tramo Palenque Carillo Puerto. PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Edificación de caminos rurales con uso intensivo de mano de obra, sobre todo en Oaxaca	PROYECTOS INTERNOS PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Ampliación de la cobertura de internet a todo el país	PROYECTOS INTERNOS PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Reconstrucción de los inmuebles dañados tras los sismos de septiembre de 2017	PROYECTOS INTERNOS PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Desarrollo en colonias marginadas, entre ellas las ubicadas en los municipios mexiquenses de Chimalhuacán, Chalco, Valle de Chalco y Ecatepec	PROYECTOS CONTRATADOS 1. Modelo integral de aguas pluviales de San Mateo Atenco, Estado de México. 2. Modelo interdisciplinario para ejercer el derecho humano al agua y al saneamiento en zonas rurales marginadas de México. 3. Proyectos funcionales para la rehabilitación integral de 16 plantas potabilizadoras en la Ciudad de México. PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Aumento al doble de la pensión para adultos mayores	PROYECTOS INTERNOS PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Pensiones para personas discapacitadas	PROYECTOS INTERNOS PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Siembra de un millón de hectáreas con árboles frutales y maderables	PROYECTOS INTERNOS 1. Relación agua-energía para apoyar la producción de alimentos en la zona de influencia del tren maya, tramo Palenque - Carillo Puerto. PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES

Becas de 2 400 pesos mensuales para jóvenes en universidades y de 3 600 pesos para aprendices en empresas	PROYECTOS INTERNOS PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES 1. El IMTA registró ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social la oferta de trabajo del Instituto, que consiste en 64 programas de capacitación y, a la fecha, ha incorporado 27 becarios al Programa Jóvenes Construyendo el Futuro. 2. Becarios IMTA de Licenciatura (7).
Becas para todos los estudiantes de preparatoria	PROYECTOS INTERNOS PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES 1. Becarios de Prácticas profesionales de Bachillerato (2).
Apertura de cien universidades públicas en zonas marginadas	PROYECTOS INTERNOS PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES
Apoyo a los cultivos básicos para alcanzar la soberanía alimentaria	PROYECTOS INTERNOS 1. Monitoreo de zonas agrícolas de riego sobre acuíferos localizados en zonas áridas de México, mediante imágenes de satélite e información complementaria, Primera etapa. 2. Evaluación agrohidráulica de un sistema de drenaje subterráneo parcelario controlado. 3. Relación agua-energía para apoyar la producción de alimentos en la zona de influencia del tren maya, tramo Palenque Carillo Puerto. 4. Evaluación de horticultura vertical en el IMTA en apoyo a la gestión integrada del agua a nivel de edificaciones en zonas urbanas. PROYECTOS CONTRATADOS 1. Plataforma web informativa sobre usos del agua en la agricultura nacional. 2. Seguimiento y evaluación del proyecto de riego por gravedad tecnificado en 6 000 hectáreas del Distrito de Riego 043, Estado de Nayarit. 3. Coordinar los trabajos de seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado, en una superficie de 11 000 hectáreas, en los distritos de riego 010 Culiacán-Humaya, 074 Mocorito, 108 Elota Piaxtla y 109 San Lorenzo, estado de Sinaloa. 4. Coordinar los trabajos de seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado, en una superficie de 7 000 hectáreas, en los Distritos de Riego 075 y Río Fuerte y 076 Valle del Carrizo, Sinaloa. 5. Coordinar los trabajos de seguimiento y evaluación de la componente de riego por gravedad tecnificado, en una superficie de 9 000 hectáreas, en el distrito de riego 063 Cuasave, estado de Sinaloa. 6. Implementación de sistemas de desalinización mediante tecnología fotovoltaica y nanofiltración en la Mesa Central de México. 7. 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. ACCIONES
Rehabilitación de una empresa pública de fertilizantes	PROYECTOS INTERNOS PROYECTOS CONTRATADOS ACCIONES

<p>Establecimiento de una canasta básica de alimentos</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Relación agua-energía para apoyar la producción de alimentos en la zona de influencia del tren maya, tramo Palenque-Carillo Puerto. 2. Evaluación de horticultura vertical en el IMTA, en apoyo a la gestión integrada del agua a escala de edificaciones en zonas urbanas. <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <p>ACCIONES</p>
<p>Otorgamiento de créditos ganaderos a la palabra</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <p>ACCIONES</p>
<p>Zona franca a lo largo de la frontera norte con IVA al 8% e ISR al 20%, así como precios de energéticos homologados con los de Estados Unidos y un salario mínimo del doble del actual</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <p>ACCIONES</p>
<p>Impulso al desarrollo minero</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de biomonitorio de riesgo ecológico, análisis ecológico de la comunidad de macroinvertebrados y evaluación de alteración por metales en el mentón de quironómidos en el sistema acuático de los ríos Bacanuchi y Sonora. <p>ACCIONES</p>
<p>Apoyo a pequeñas y medianas empresas (Pymes).</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <p>ACCIONES</p>
<p>Aumento de la producción de petróleo y gas con el fortalecimiento de Pemex</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <p>ACCIONES</p>
<p>Modernización de las seis refinerías existentes</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <p>ACCIONES</p>
<p>Construcción de una refinería en Dos Bocas, Paraíso, Tabasco</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <p>ACCIONES</p>
<p>Desarrollo de la infraestructura eléctrica y energías alternativas, como impulso a la Comisión Federal de Electricidad</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Equipamiento de presas de riego para generación de energía hidroeléctrica. 2. Desarrollo de tecnologías para tratamiento de aguas residuales y generación de bioenergía. (Etapa 1. Evaluación de biorreactores con biomasa inmovilizada). 3. Evaluación del entorno ambiental asociado a la Central Termoeléctrica Huexca. <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación de sistemas de desalinización, mediante tecnología fotovoltaica y nanofiltración, en la Mesa Central de México. 2. 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. 3. Estudio hidrológico e hidráulico del Sistema Hidroeléctrico Necaxa. <p>ACCIONES</p>
<p>Atención médica y medicamentos gratuitos para toda la población</p>	<p>PROYECTOS INTERNOS</p> <p>PROYECTOS CONTRATADOS</p> <p>ACCIONES</p>





MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Boulevard Paseo Cuauhnáhuac
8532, Progreso, 62550 Jiutepec, Morelos



gob.mx/imta

