



Asesoría y servicios tecnológicos

Trabajos de colaboración

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES**

Sistema de Monitoreo de Calidad del Agua en Playas Prioritarias

Con el objetivo de cuidar la salud de las personas en los diversos destinos turísticos de playa de México, la

SEMARNAT puso en marcha el Sistema de Monitoreo de Calidad del Agua en Playas Prioritarias, dentro del cual el IMTA es responsable del análisis del agua y de la capacitación de personal de la Secretaría para la recolecta y transporte de muestras.

Se realizó la determinación de enterococos fecales en las muestras correspondientes a cuarenta diferentes puntos en playas de de Campeche (6), Chiapas (4),



PROGRAMA DE MONITOREO DE PLAYAS PRIORITARIAS 2010
Enterococos fecales NMP/100mL

Monitoreos	1°	1°	1°	2°	1°	1°	2°	1°	2°
ESTADO/ mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril		Mayo		Junio	
EDO. CAMPECHE	19-ene	11-feb	18-mar	30-mar	20-abr	12-may	25-may	15-jun	30-jun
P. Bonita I	<1	31	<1	31	109	<1	<1	10	10
P. Bonita II	<1	10	300	20	10	<1	20	41	20
Payucan	<1	<1	<1	<1	10	<1	<1	10	10
Punta Xen	<1	<1	62	10	20	63	<1	<1	<1
Manigua I	266	135	193	180	10	20	52	3780	63
Manigua II	548	146	10	132	30	85	85	7270	135

Guerrero (7), Jalisco (7), Nayarit (5) y Veracruz (11). Los resultados se reportan como NMP (número más probable/100mL) en la página de la Secretaría (www.semarnat.gob.mx). Es importante considerar que los valores informados son puntuales para la fecha, hora y condiciones climáticas del muestreo, y que los usuarios pueden acceder a los datos cinco días después de efectuado el estudio.

Sitio web SEMARNAT y de cambio climático

La SEMARNAT tiene la responsabilidad de brindar información a la sociedad con respecto al cambio climático, por lo que solicitó al IMTA el desarrollo

de un sitio web específico en este tema (www.cambioclimatico.gob.mx).

Para el sitio, creado en ambiente Web 2.0, se utilizó un *software* que facilita la administración de contenidos con la finalidad de permitir al personal de la Secretaría el manejo ágil de la información y su comunicación a través de redes sociales. El sitio contiene información relevante sobre cambio climático, noticias, videos, así como ligas a otros sitios relacionados tanto en México como en el extranjero.

De acuerdo con las estadísticas proporcionadas por el servicio *Google Analytics*, se tuvieron más de 22,300 visitas al sitio tan solo de octubre a diciembre de 2010.



Pedrito, Manzanillo, Colima

El proyecto de rehabilitación de la laguna de Las Garzas ha requerido estudios adicionales debido a las características geológicas del lugar. Por este motivo la Administración Portuaria Integral del Puerto de Manzanillo solicitó al IMTA una nueva evaluación del funcionamiento hidrodinámico de la laguna.

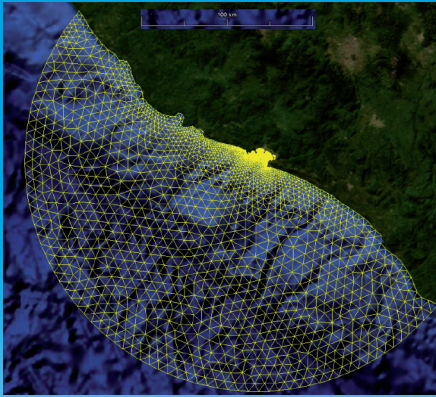
En esta nueva evaluación el Instituto realizó una campaña de medición de corrientes y de campo de masa en la dársena de San Pedrito con equipos de perfilación acústica, dos instalados en el fondo de la dársena y uno portátil. De igual manera, se hizo una campaña de medición del campo de masa con un equipo de medición de salinidad, conductividad eléctrica y temperatura en columna de agua en diferentes puntos de la dársena.

Los resultados de las mediciones indican las condiciones de funcionamiento hidrodinámico de la dársena, a diferencia del proyecto realizado en el 2009, corrobora el funcionamiento de la zona dragada y de la red de canales ecológicos enclavados en los nuevos patios del puerto. La simulación numérica indica que, en los cambios sobre las condiciones de marea simuladas, no existe un amortiguamiento apreciable de la marea tanto al interior del puerto como en la laguna de Las Garzas, lo cual resulta congruente con lo obtenido de las mediciones del nivel de la superficie libre con perfiladores acústicos.

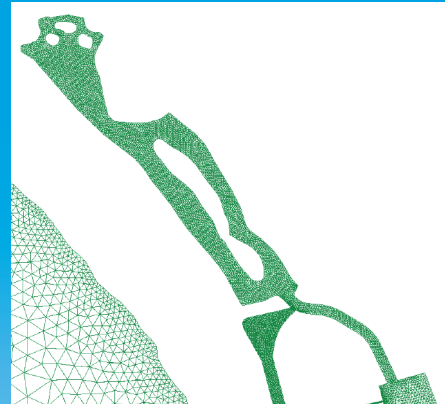
De acuerdo con los resultados de esta simulación, en el canal de acceso se observan velocidades máximas de 12 cm/s y 6 cm/s para condiciones de flujo y reflujo de marea, respectivamente. Es importante señalar que dichas velocidades son menores de la mitad de las velocidades obtenidas

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

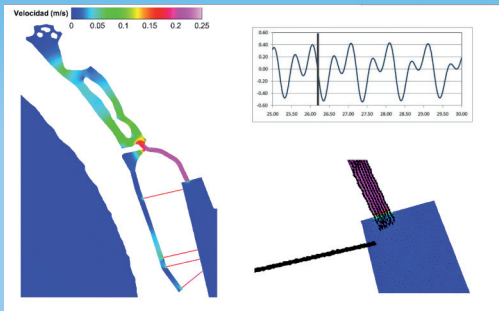
Estudio complementario con análisis de escenarios de modelación de la unión de la laguna de Las Garzas con la dársena de San



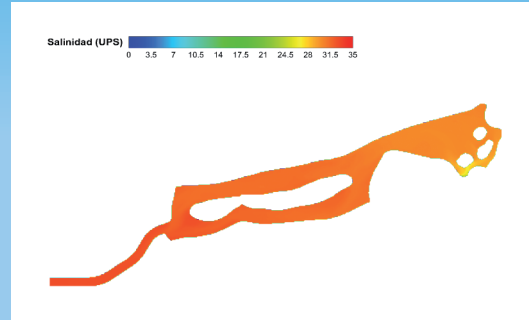
Malla de la bahía de Manzanillo de un semicírculo de 300 km (31,827 nodos y 59,077 elementos).



Detalle de la malla con la bahía, la dársena de San Pedrito y la nueva configuración de la laguna de Las Garzas.



Campo de velocidades simulados para el 26 de mayo de 2010, 04:45 horas.



Simulación del campo de masa de la laguna de las Garzas para la concentración de salinidad a después de 222 horas.

en la configuración del puerto analizada el año anterior.

Por otra parte, los drenes ecológicos presentan velocidades del orden de siete y cuatro cm/s. Finalmente, se comprobó que la nueva condición de proyecto establece una buena circulación e intercambio de masa de agua entre la laguna de Las Garzas y la dársena; de igual manera los tiempos de residencia obtenidos de las simulaciones de la dispersión y mezcla de la salinidad indican que son similares a los obtenidos en el año 2009.

Evaluación hidrogeológica para el estudio

relacionado con el proyecto Libramiento Norponiente de Cuernavaca

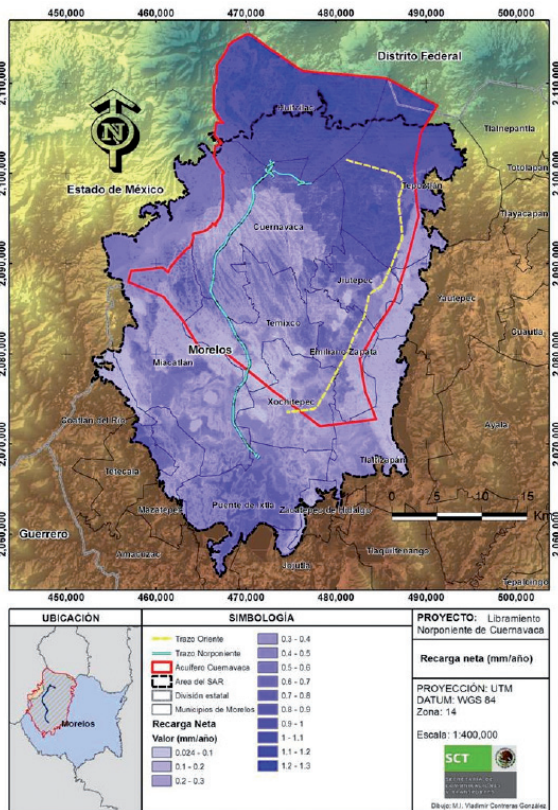
Los proyectos de infraestructura, tales como carreteras, impactan el medio ambiente. Por ello, la SCT solicitó al IMTA el análisis hidrogeológico para determinar las posibles afectaciones en el sistema acuífero como resultado de la construcción del Libramiento Norponiente de Cuernavaca.

El Instituto determinó que, por ser una obra superficial, la recarga sería uno de los componentes

que podrían ser afectados. Con el fin de evaluarla se calculó la recarga vertical neta en el sistema ambiental regional que incluye los acuíferos de Cuernavaca y Zacatepec, aplicando una metodología que consiste en combinar las coberturas de precipitación, suelo, geología y pendiente del terreno en un sistema de información geográfica.

Se estimó una recarga neta de 417.79 hm³/año, con un coeficiente de infiltración de 0.43. El análisis indica que de construirse la carretera se tendría una pérdida en la recarga del orden de 1.25 hm³/año (0.3% de la recarga total), lo cual indica que la posible afectación al sistema hidrológico no es considerable.

Como medida de mitigación se propuso la construcción de pozos de absorción en sitios estratégicos.



Recarga neta (mm/año) en el sistema ambiental regional del proyecto Libramiento Norponiente de Cuernavaca.

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Evaluación del Programa Estratégico de Tecnificación del Riego (Ejercicio 2009)

A solicitud del Fideicomiso de Riesgo Compartido el IMTA evaluó el Proyecto Estratégico de Tecnificación del Riego, ejecutado durante 2009 en 28 entidades federativas con un monto de 1,951 millones de pesos, distribuidos en 1,947

proyectos de sistemas de riego parcelarios, en una superficie de 85,077 ha, en beneficio de 4,406 productores.

Con base en los resultados de la evaluación se determinó que el volumen de agua ahorrado con la tecnificación del riego fue de 196.4 hm³, con un potencial de 330.5 hm³, considerando los servicios tecnológicos y la asesoría técnica a los productores en materia de operación del riego. Derivado de la tecnificación, los indicadores de producción y productividad del agua se incrementaron en 1.95 kg/m³ y 4.84 \$/m³, respectivamente, y la relación beneficio-costó fue de 2.24 en los sistemas tecnificados.

En el caso específico de los acuíferos sobreexplotados, el Instituto recomendó que la tecnificación sea mediante sistemas de riego de alta eficiencia (goteo y microaspersión), ya que estos permiten obtener las eficiencias de aplicación más altas. Asimismo, con el fin de alcanzar los niveles potenciales de ahorro de agua, es necesario emprender acciones de capacitación a los usuarios de riego, así como la

instalación de parcelas demostrativas de sistemas por goteo, microaspersión, aspersión, pivote central y multicompuertas.



Evaluación hidráulica de un sistema de riego por goteo.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Vulnerabilidad social frente al cambio climático, cuenca del río Huehuetán, Chiapas

En colaboración con el Organismo de Cuenca Frontera Sur de la CONAGUA, el IMTA llevó a cabo un estudio sobre la vulnerabilidad social al cambio climático, empleando la metodología de medios de vida, que considera la existencia de diversos capitales (humano, natural, financiero, social, cultural y físico, entre otros) en las comunidades.

El objetivo primordial del estudio fue diagnosticar los factores que determinan la vulnerabilidad social de los pobladores de la cuenca y contar con elementos que reduzcan los potenciales efectos negativos de desastres naturales.

Para conocer lo anterior se levantaron 160 encuestas en 21 comunidades localizadas en la cuenca alta, baja y media del río Huehuetán. La información obtenida, ha permitido clasificar y conocer las fortalezas y debilidades de los capitales que ayudan a mitigar su vulnerabilidad social.

Por otro lado, el Organismo de Cuenca Frontera Sur solicitó al Instituto un diagnóstico sobre la vulnerabilidad social y ambiental, así como la integración del Plan de Rehabilitación Hidrológico Ambiental.

Los resultados revelan la necesidad de modificar el enfoque empleado hasta el momento para contrarrestar la degradación por erosión hídrica laminar y en cárcavas, ya que ante el cambio climático y por su vulnerabilidad natural las cuencas de la costa de Chiapas se están comportando como cuencas de régimen torrencial, presentándose muy recurrentemente el fenómeno de erosión por movimientos en masa (EPMM) o deslizamientos.

Mediante la aplicación del modelo *Shalstab* se trazó el mapa respectivo, demostrándose que la porción alta de la cuenca del río Huehuetán presenta más del 65% de su superficie con riesgos altos de EPMM. Estos resultados permitirán priorizar acciones y focalizar las inversiones, reduciendo riesgos a la población.



Deslaves en la cuenca del río Huehuetán, Chiapas.

Inspección de presas en el Organismo de Cuenca Balsas, año 2010

A efecto de garantizar la seguridad de la infraestructura hidráulica de la región, el Organismo de Cuenca Balsas solicitó al IMTA la inspección de las principales presas bajo su responsabilidad.

El objetivo del proyecto fue conocer y registrar 72 presas y valorar el estado en que se encuentran las cortinas, diques, vertedores, vasos, laderas, equipos electromecánicos de las obras de toma y estructuras de control.

Los resultados permitirán al Organismo de Cuenca prevenir riesgos a la población y priorizar inversiones.

Estudios en modelos físicos del funcionamiento hidráulico de vertedores de las presas Veladero de Camotlán, en Manzanillo, Colima y Rocheachi en, Guachochi, Chihuahua

Con el fin de conocer el funcionamiento hidráulico integral de estas obras de excedencias y asegurar su

correcto funcionamiento, el IMTA realizó los modelos físicos a escala de los vertedores de ambas presas.

La primera se localiza sobre el río San José también conocido como Carrizo, en Colima, y su finalidad es el aprovechamiento para el riego de zonas agrícolas y abastecimiento de agua potable de zonas urbanas cercanas. La segunda se localiza sobre el arroyo El Rocheachi, afluente del río Urique, en Chihuahua, y su finalidad es de aprovechamiento para consolidar el riego de 200 hectáreas.



Modelos físicos de laboratorio.

Reestructuración del sitio web y diagnóstico de los servicios en línea del Servicio Meteorológico Nacional

La CONAGUA, como entidad responsable del sector en cuanto a la información meteorológica, y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), como el órgano encargado de observar, registrar, interpretar y



difundir información del estado del tiempo y del clima, de interés público y estratégico del país, solicitaron al IMTA su colaboración para reestructurar y actualizar el sitio web del SMN (smn.conagua.gob.mx), a fin de modernizar su plataforma tecnológica, mantener organizada su información y presentarla al usuario de una manera dinámica, ágil y consistente.

En este proyecto se alcanzaron dos objetivos: reestructurar el sitio web del SMN y desarrollar el nuevo sitio a fin de establecer su operación, actualización y administración, y elaborar un diagnóstico de los servicios en línea actuales del SMN desde los aspectos computacional, técnico e innovador.

El sitio reestructurado y renovado entró en operación el 2 de septiembre de 2010 como parte del proceso de modernización del Servicio Meteorológico Nacional. A partir de esa fecha y hasta el 31 de diciembre de ese año tuvo 3.4 millones de visitas.

Producción de materiales de difusión y memorias para el Coloquio Internacional Cuencas Sustentables

Entre las actividades sustantivas de la CONAGUA se encuentra el involucrar a la sociedad en el conocimiento para el manejo racional de los recursos hídricos del país. En este esfuerzo, el IMTA apoyó a la Comisión en la difusión del Coloquio Internacional Cuencas Sustentables.

Con este fin, se desarrollaron la imagen gráfica del evento, el material impreso de difusión e instrumentos informáticos para administración del coloquio mediante la estructuración de un sitio web



que ofreció información oportuna y contenidos actualizados, realización de entrevistas, integración de paneles de expertos y producción de las memorias en español e inglés.

Como parte de la estrategia de difusión se produjeron dos spots y un video reseña. Todos estos materiales se encuentran en el sitio www.conagua.gob.mx/coloquio, mismo que registró 15,481 visitas del 10 de mayo al 31 de diciembre.

Construcción del microsítio Diálogos por el Agua y el Cambio Climático

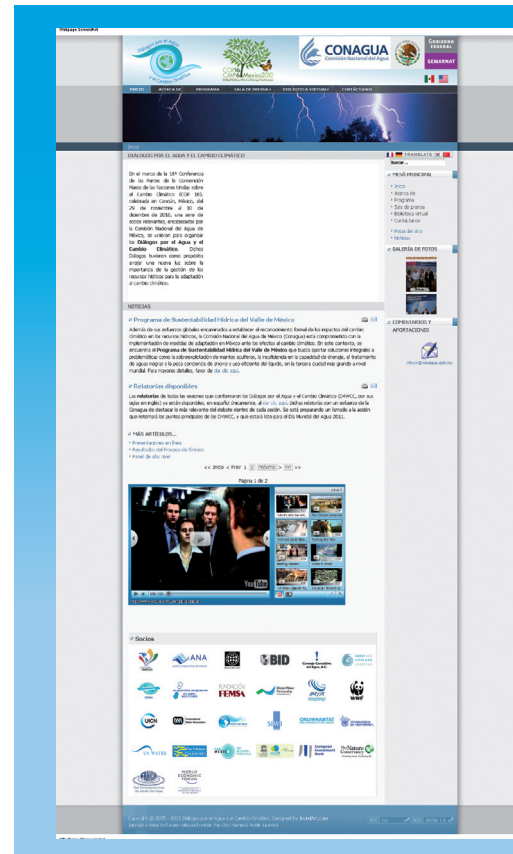
En el marco de la 16ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 16), celebrada en Cancún, México, la CONAGUA organizó los Diálogos por el Agua y el Cambio Climático, en el que participaron relevantes instituciones nacionales e internacionales.

Para difundir los resultados de este evento, la CONAGUA solicitó al IMTA su colaboración para instrumentar un microsítio que permitiera administrar la organización y los contenidos de manera ágil, así como publicar información de manera eficaz y oportuna.

El microsítio (www.d4wcc.org.mx) entró en operación el 3 de noviembre y se registraron 8,840 visitas a partir de esa fecha hasta el 31 de diciembre.

El IMTA, representado por su Director General, encabezó el equipo internacional encargado de

elaborar la “Declaración de Cancún”. Participaron entre otras instituciones: el Consejo Consultivo del Agua, el Banco Mundial, la Organización Meteorológica Mundial, el Stockholm International Water Institute, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Conferencia de Directores Generales Iberoamericanos del Agua, la World Wide Fund for Nature y el mismo IMTA, entre otros. Para mayor información, consultar el sitio del IMTA.



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Diagnóstico, pruebas de tratabilidad y estudio funcional e hidráulico del sistema

de tratamiento lateral de agua de enfriamiento de la Central Termoeléctrica de Salamanca, Guanajuato

La Central Termoeléctrica de Salamanca cuenta con una planta de tratamiento lateral (PTL) de 160 L/s, cuyo objetivo es reducir el alto contenido de sílice (285 mg/L) en el agua de recirculación de las torres de enfriamiento.

Actualmente, la PTL se encuentra fuera de operación, por lo que la CFE solicitó al IMTA realizar el diagnóstico del sistema y pruebas de tratabilidad con el agua de las torres para evaluar la conveniencia de rehabilitar la planta.

Los resultados del diagnóstico indicaron la necesidad de intervenir varias unidades así como el sistema de



Clarifloculador y tanque de almacenamiento de la planta de tratamiento lateral de agua de enfriamiento de la CFE en Salamanca, Guanajuato.

automatización y control. Las pruebas de tratabilidad, aplicando el procedimiento de CFE, demostraron baja eficiencia en la remoción de sílice (10%), por lo que se probaron otros dos métodos fisicoquímicos que dieron mejores resultados (82%), pero con valores finales muy altos de sólidos disueltos totales y alcalinidad.

Como alternativa a estos procesos fisicoquímicos se realizaron, con tecnología desarrollada en el IMTA, pruebas de electrocoagulación que dieron como resultado remociones de sílice de un 69% sin aumentar las demás propiedades del agua, por lo que se concluyó que esta es una buena opción para la remoción de sílice en torres de enfriamiento una vez escalada a tamaño real.

Evaluación de la efectividad de dos productos desinfectantes en dos diferentes torres de enfriamiento de la Central Termoeléctrica Valle de México

Una de las prioridades en las centrales termoeléctricas es el control del crecimiento microbiano en los sistemas de enfriamiento para mantenerlos limpios, evitar la formación de biopelícula y la corrosión mediada por microorganismos. Para lograr esto la CFE establece programas de desinfección mediante biocidas oxidantes y no oxidantes. Para atender esta problemática, la Comisión solicitó al IMTA evaluar

al dióxido de cloro y el ácido peracético estabilizado como alternativas al uso de gas cloro.

Para probar estos productos se dio seguimiento durante dos meses a dos torres de enfriamiento y a una torre de referencia que mantuvo su programa de desinfección con cloro. De los resultados de cuatro monitoreos de 24 horas para evaluar el efecto de los biocidas sobre bacterias mesofílicas aeróbicas, coliformes totales, bacterias sulfato reductoras, *Pseudomonas*, levaduras, hongos y algas microscópicas, se concluyó que los tres productos son equivalentes en cuanto al espectro biocida sobre el cual actúan. El dióxido de cloro presentó mejor desempeño bactericida, incluso mejor que el gas cloro. Por su parte, el peracético mostró mejor desempeño como fungicida y algicida.

Con los resultados obtenidos, se puede seleccionar el método de desinfección con base en un estudio de costo-beneficio.

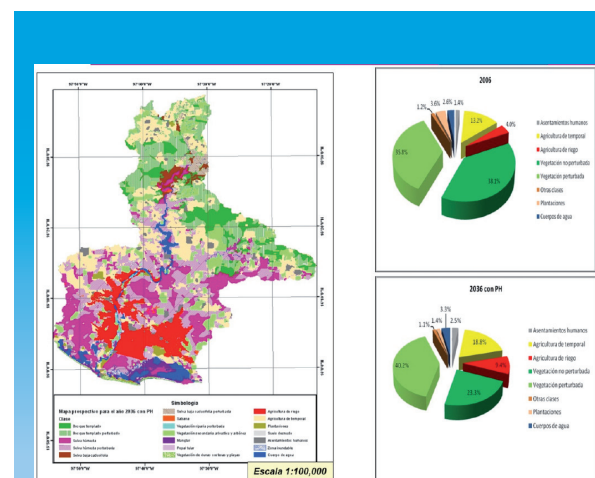
Sistema de Información Geográfica para el proyecto Aprovechamiento Hidráulico de Usos Múltiples, Paso de la Reina, Oaxaca

En la cuenca del río Verde, Oaxaca, la CFE desarrolla este proyecto, como una alternativa para contribuir a satisfacer la demanda de energía eléctrica en el área central del país.

Dada su importancia, se encomendó al IMTA la realización de estudios para evaluar el impacto ambiental considerando los lineamientos de la legislación vigente.

Para ello el IMTA generó un Sistema de Información Geográfica, herramienta indispensable para el análisis y comprensión de los procesos biofísicos naturales y antropogénicos en esta región, que compendia datos técnicos y científicos obtenidos por el grupo interdisciplinario que participó en el proyecto, caracteriza el estado de los recursos en la zona de interés y contribuye a la integración de la manifestación de impacto ambiental requerida para el desarrollo del proyecto hidráulico.

Como complemento, se llevó a cabo un estudio para evaluar el proceso de cambio en la zona, considerando datos históricos (veinte años), y con técnicas geoestadísticas formular un pronóstico al año 2036. Ello permitirá la construcción de escenarios sobre los posibles impactos ambientales que podría provocar la construcción del proyecto Paso de la Reina.



Mapa prospectivo de uso de suelo y vegetación para 2036 y gráficos comparativos de cambios tendenciales de cobertura.

Determinación del gasto ecológico para el Estudio de Sustentabilidad del Proyecto Hidroeléctrico Madera, Chihuahua

Se trabaja con la CFE en el *Proyecto Hidroeléctrico Madera*, actualmente en planeación, para determinar el rango de variabilidad natural y los indicadores de alteración hidrológica mediante la aplicación de la metodología Alteración Hidrológica-Rango de Variabilidad Natural (IHA-RVN, por sus siglas en inglés) desarrollada por The Nature Conservancy. Con ello se definirá el gasto ecológico o caudal ambiental para ser aplicado durante la operación del proyecto.

Como parte de la estrategia, se asesoró al grupo de trabajo que desarrolla el proyecto en la CFE, considerando la aplicación del *software* y del HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System*) para el análisis hidrológico de la cuenca y subcuencas no aforadas. La aplicación de esta metodología de caudal ecológico permitirá mantener el ecosistema ribereño aguas abajo del sistema hidroeléctrico.

PETRÓLEOS MEXICANOS

Remodelación del tratamiento primario

de las aguas residuales aceitosas

Como parte de los servicios tecnológicos que presta el Instituto a Pemex, se realizan las bases de diseño para la remodelación de este tipo de tratamiento en la refinería Gral. Lázaro Cárdenas, en Minatitlán, Veracruz.

Con este fin se ha muestreado la zona de efluentes de la refinería para evaluar el funcionamiento de los separadores, efectuando pruebas de tratabilidad en campo de separación del aceite en columnas y, en la planta piloto, se realizaron pruebas de coagulación-floculación con el objetivo de seleccionar los productos más adecuados para la remoción de grasas y aceites y así disminuir la concentración de la DQO, sedimentabilidad y flotación natural.

Servicios de asistencia técnica especializada en tratamientos de agua para la ingeniería, procura y construcción de la unidad desmineralizadora de agua UDA-400

La refinería de Cadereyta, Nuevo León, requiere producir, a partir de agua residual tratada, agua de

gran pureza para generación de vapor en calderas de alta presión. Para ello, es necesario construir una planta desmineralizadora de agua (UDA-400) que incorpora procesos de microfiltración, ósmosis inversa e intercambio iónico.

Para establecer el diseño, funcionamiento y operación de los dos primeros procesos, PEMEX solicitó al IMTA asistencia técnica durante la licitación, asignación, diseño, construcción y arranque de la planta. La UDA-400 producirá agua desmineralizada a partir de enero de 2011.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS

Manejo integral del agua del albergue escolar indígena de Choguita, Bocoyna, Chihuahua

La Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) opera 1,079 albergues escolares indígenas en 21 entidades federativas que proporcionan hospedaje, alimentación, educación y servicios de salud a niños indígenas.

En la localidad de Choguita, Bocoyna, Chihuahua, el IMTA propuso a la CDI establecer un modelo de manejo integral del agua con enfoque sustentable, donde se pretende aprovechar el agua y los recursos de los albergues.

Para lograr lo anterior el Instituto planteó instalar un sistema de potabilización de agua de hasta 760 L/d, uno de tratamiento de aguas residuales a base de humedales artificiales con capacidad de hasta 17m³/d, otro de tratamiento de residuos sólidos orgánicos y un centro de acopio para la separación de los residuos sólidos inorgánicos; además de un programa piloto de fortalecimiento en cultura ambiental, un estanque acuícola tipo *raceway* de 8.6 m³ para cultivo de trucha arco iris, un huerto/ invernadero de 120 m² con riego superficial intermitente por surcos; gallineros para albergar hasta doscientas aves, un huerto para la producción de manzana, un sistema fotovoltaico de hasta 8,900 Wh/d y un sistema de calentadores solares con capacidad de hasta 3,500 L/d. Este sistema, una vez terminado su periodo de pruebas, podrá replicarse en otros albergues.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Plan para la Recuperación Ambiental de la Laguna de Bojórquez

En el marco del convenio entre la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el IMTA se llevó a cabo el Plan para la Recuperación Ambiental de la Laguna de Bojórquez, cuyo objetivo fue desarrollar un plan estratégico que sirva como punto de referencia en la toma de decisiones para la recuperación y manejo de esta laguna fundamental para el desarrollo sustentable de la zona turística de Cancún.

El plan establece, como punto de partida, la elaboración de un diagnóstico ambiental que permitió identificar retos y problemas prioritarios, proponer líneas, objetivos y acciones estratégicas, así como un conjunto adecuadamente jerarquizado y consensuado de proyectos específicos.

ENTIDADES Y MUNICIPIOS

Chiapas

Saneamiento en Tuxtla Gutiérrez, Sistema Municipal de Agua Potable y Saneamiento (SMAPA)

El Instituto proporcionó asesoría técnica durante los procesos de licitación y adjudicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales y colectores. Vale la pena destacar que también participó en la conceptualización y diseño de las obras de infraestructura para el saneamiento integral de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez,



Localización de las plantas de tratamiento Paso Limón y Tuchtlán.

Para tal efecto, se elaboraron los anexos técnicos para la construcción de las obras de saneamiento integral de la ciudad, consistentes en la construcción de colectores marginales, interceptores norte y sur, conexiones a drenes pluviales, nueva planta de tratamiento de 320 L/s en Tuchtlán y la rehabilitación y nuevo módulo en la planta de tratamiento de aguas residuales existente (Paso Limón) a 800 litros por segundo.

Entre los resultados de estas acciones se inició la construcción de la planta de tratamiento Tuchtlán.

Coahuila

Remoción de arsénico mediante filtración directa, Sistema de Aguas y Saneamiento de Torreón (SIMAS)

La presencia de arsénico en cantidades mayores a las permisibles en algunos acuíferos de La Laguna es un problema que requiere del tratamiento de las aguas.

Por esta razón, el SIMAS solicitó al IMTA un diagnóstico del funcionamiento del filtro para remoción de arsénico del agua del pozo 75 ubicado en el Fraccionamiento Senderos, en Torreón, Coahuila, con un caudal promedio de 15 litros por segundo.

Del estudio realizado en el filtro-SIMAS y con una planta piloto móvil, se concluyó que el mecanismo de remoción del arsénico, utilizando *Greendsand*, es por filtración y no por adsorción. Actualmente funciona con una tasa de filtración de 20 m³/m²h, misma que debe ser disminuida para alcanzar valores de hasta 7 m³/m²h o máximo de 10 m³/

m²h para realizar carreras mayores a ocho horas con una concentración de arsénico en el efluente menor a 0.010 mg/L, que es el límite permisible en agua para consumo humano, acorde con la Norma de la Organización Mundial de la Salud.

Se sugiere también que el retrolavado del filtro debe llevarse a cabo con aire y agua para evitar la colmatación del lecho filtrante.

Estado de México

Modelos de simulación y optimización para la operación del sistema Cutzamala (etapa 1)

El Sistema Cutzamala suministra por bombeo cerca de la cuarta parte del agua para uso urbano en Toluca y la zona metropolitana de la ciudad de México. Se integra por seis estaciones de bombeo, acueductos y canales que transfieren agua de siete presas de la cuenca alta del río Balsas. La cuenca del río Cutzamala cubre 10,757 km², hasta la presa El Gallo. Su operación representa un costo elevado y creciente por consumo de energía.

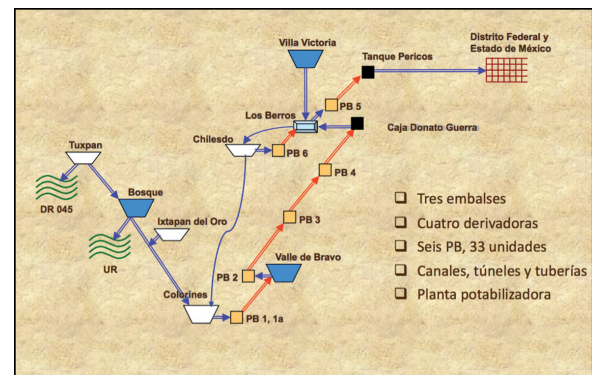
Por esta razón, el IMTA desarrolló un proyecto con el objetivo de construir los modelos de simulación y optimización del Sistema Cutzamala como elementos de soporte para la operación con ahorro de energía y costo. Se evaluaron escenarios de operación y estructurales del sistema para mejorar su desempeño y capacidad con respecto al escenario base.

En los escenarios de operación considerados, se dio prioridad a la optimización de la Planta de Bombeo 2 y a la reducción del caudal de entrega en punta

a 8 m³/s. Los escenarios estructurales considerados fueron la conclusión y puesta en operación del Vaso Donato Guerra y del Tanque Pericos, así como la realización del proyecto Temascaltepec.

Los resultados del modelo mostraron una reducción potencial del costo de energía de 13% por cambios en la operación y de 5% por nuevas obras. Además, se estimó un desplazamiento del 48% de consumo de energía a periodos tarifarios fuera de punta por efecto de la operación mejorada, y del 62% si se incluyen el vaso Donato Guerra y el Tanque Pericos.

Por otra parte, se estimó el suministro adicional por el proyecto Temascaltepec de 2.7 m³/s, con un consumo correspondiente de 47 Gigavatios hora al año.



Esquema topológico del sistema Cutzamala.

Jalisco

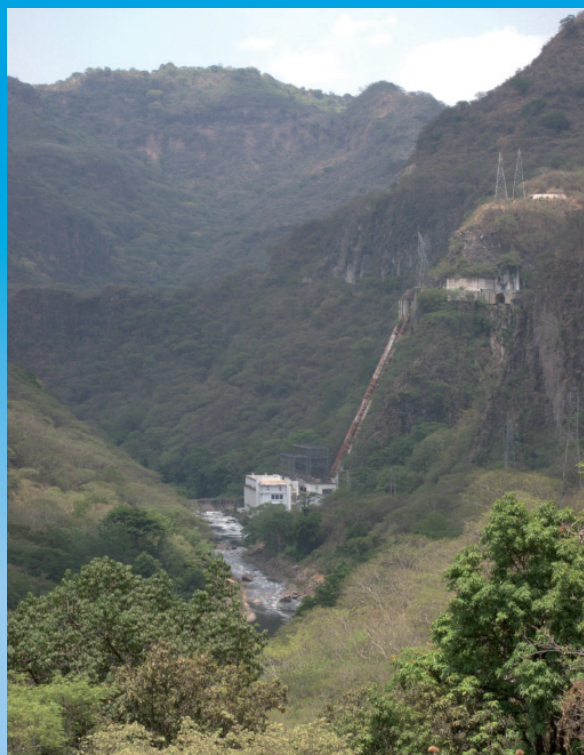
Calidad del agua en el río Santiago, Comisión Estatal del Agua (CEA)

La CEA de Jalisco solicitó al IMTA la realización del Estudio de actualización de la calidad del agua en

el río Santiago desde su nacimiento en el lago de Chapala hasta la presa Santa Rosa Se concluyeron las dos primeras etapas. Para ello se realizaron tres campañas de muestreo y aforo en aproximadamente 120 sitios en ríos, afluentes y descargas municipales, industriales y pecuarias.

El comportamiento de la mayoría de los parámetros físico-químicos, bacteriológicos y compuestos orgánicos se detecta desde la incorporación de los escurrimientos del arroyo El Ahogado al río Santiago, que afecta de manera significativa la calidad del agua de éste último, así como de las descargas municipales de Juanacatlán, El Salto, Puente Grande, y de los afluentes La Laja y Zapotlanejo.

El conjunto de presas para generación hidroeléctrica, a cargo de la CFE en el tramo comprendido entre El Salto hasta antes de la confluencia con el río Verde, favorecen la depuración del río por la retención de



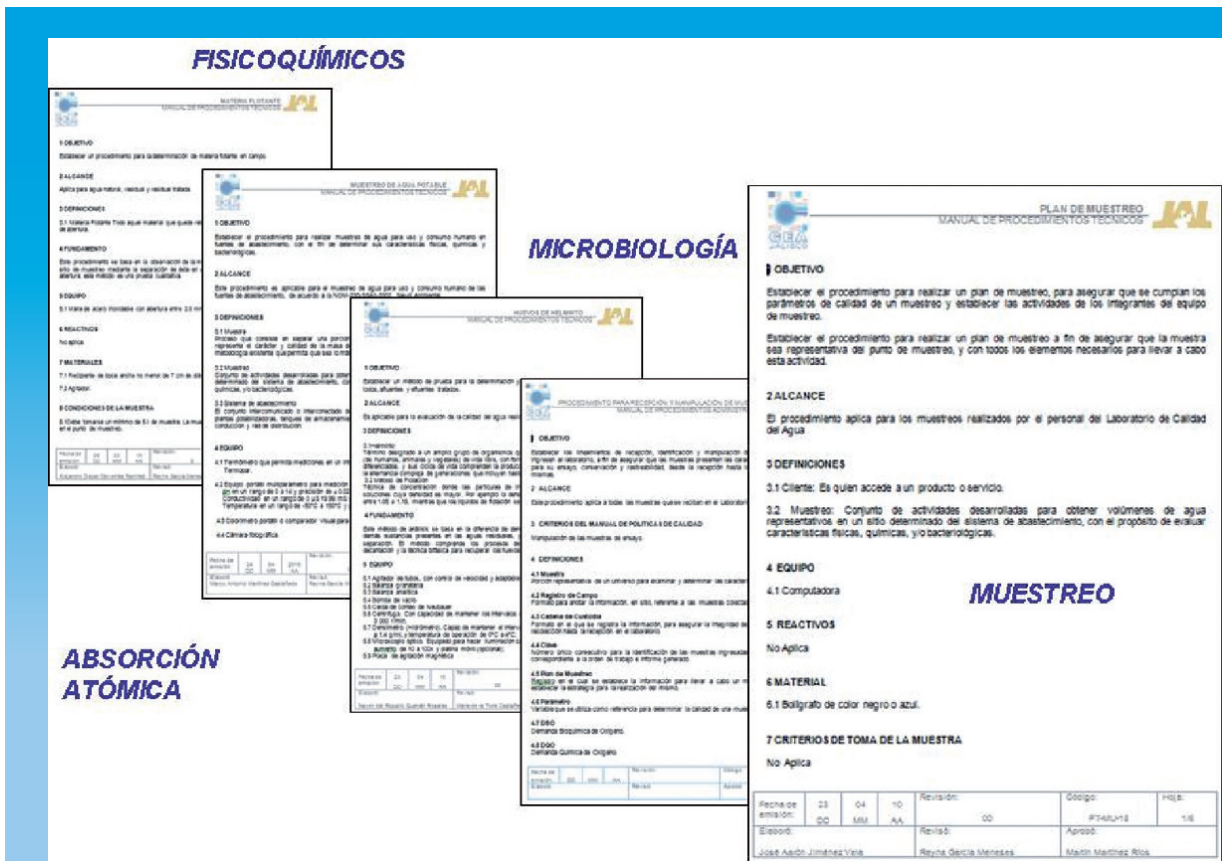
Vista de una de las presas de la CFE en el cauce del río Santiago.

sedimentos en sus vasos respectivos y la aireación producida como consecuencia de los desfoces y los cambios de altitud en el río. Aguas abajo se incorpora un conjunto de cinco descargas de la zona metropolitana de Guadalajara que vuelven a deteriorar la calidad del río Santiago, sin embargo se observa una mejora gradual a partir de la última descarga hasta la estación final después de la presa Santa Rosa. La incorporación de los escurrimientos de los ríos Verde y Juchitán favorecen la depuración del agua del río.

Este estudio es parte de la estrategia de la CEA para sanear el río Santiago, misma que se complementa con la construcción de diversas plantas de tratamiento de aguas residuales, que mejorarán sustancialmente la calidad de sus aguas.

Asesoría en la elaboración de manuales e implementación del Sistema de Gestión de Calidad en el laboratorio de calidad del agua de la Comisión Estatal del Agua (CEA)

Para lograr la acreditación de su laboratorio, la CEA Jalisco solicitó al IMTA asesoría para la elaboración de los manuales requeridos: calidad, procedimientos administrativos y procedimientos



Ejemplos de procedimientos desarrollados.

técnicos correspondientes a las áreas de muestreo, análisis fisicoquímicos, análisis microbiológicos y por absorción atómica.

Asimismo, se capacitó al personal mediante talleres teórico-prácticos en los análisis de los parámetros correspondientes a la NOM-001-SEMARNAT-1996 y a la NOM-127-SSA1-1994; en las diferentes áreas que integran el laboratorio; en los ensayos de toxicidad con *Daphnia magna* y *Vibrio fisheri*; en la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*; en control de calidad analítico, pruebas de desempeño, cálculo de incertidumbre de las mediciones analíticas y en auditorías de calidad.

Con estas acciones, la CEA mejora sus capacidades para asegurar la calidad en el control y operación de los sistemas a su cargo.

Asesoría en sistema de vermicomposteo, Comisión Estatal de Agua (CEA)

El IMTA asesora a la CEA para la puesta en marcha y evaluación del sistema de vermicomposteo en la planta de Chapala y la capacitación teórica y práctica de su personal en la aplicación de estas técnicas.

Para tal efecto, se instalaron cuatro lechos que cuentan con un sistema de drenaje de excedentes

de humedad; se estableció el pie de cría y se realizó la siembra de las lombrices (*Eisenia foetida*) en los lechos para iniciar la operación del sistema. Se produjo un biosólido con olor a tierra húmeda, ausente de aromas desagradables, y apariencia granular, lo que ayuda a su aplicación en dosis con alta concentración de materia orgánica y nutrientes.

Durante el proceso de vermicomposteo, el lodo residual pasó de un lodo de Tipo C a un biosólido de Tipo B en dos muestras, y a tipo A en una de las muestras analizadas. Cabe mencionar que el lodo Tipo A se utiliza en jardines y parques públicos.

Lo anterior permite proponer los sistemas de vermicomposteo como una opción significativa para el tratamiento de lodos residuales.



Lechos de vermicomposteo.

Análisis de sedimentos, futuros sedimentos y suelos en la zona de influencia del proyecto de la presa y sistema de bombeo Purgatorio-Arcediano, Comisión Estatal de Agua (CEA)

El IMTA realiza para la CEA un estudio con la finalidad de establecer si los sedimentos de los ríos Verde y Santiago pueden considerarse reservorios de contaminantes de agua.

Para ello se desarrolló una metodología que combina acciones en campo, laboratorio y gabinete; se seleccionaron 35 estaciones de muestreo en siete



Muestreo de sedimentos y suelos.

sitios, delimitándose las áreas de influencia para cada uno y se elaboraron inventarios de fuentes de contaminación puntuales y dispersas en plataforma ArcGis. Asimismo, se realizaron muestreos en diferentes épocas del año y un diagnóstico de la contaminación de suelos y sedimentos.

Actualmente, se evalúa el riesgo de lixiviación de contaminantes de sedimentos del río Santiago mediante estudios experimentales y simulación hidrogeológica.

La realización de estos estudios mejorará la conservación de los ecosistemas regionales así como la salud de la población.

Michoacán

El IMTA llevó a cabo una serie de proyectos alineados con las estrategias definidas para la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro, entre los que resaltan los trabajos enfocados a:

- La ampliación de la red de distribución de agua potable en Erongarícuaro, Michoacán, con el fin de garantizar un mejor servicio de agua potable a 471 tomas domiciliarias y, a la vez, una administración y operación adecuadas del sistema.
- La complementación del colector perimetral de Janitzio, con lo que se mejora sustancialmente el saneamiento de esta isla en el lago de Pátzcuaro y se disminuye una fuente de contaminación.
- La implementación de módulos de captación de agua de lluvia a nivel vivienda y comunitario, para incrementar la capacidad de almacenamiento en 570,000 litros en San Jerónimo Purenchécuaro y San Andrés Tziróndaro, Quiroga. Asimismo, se realizó la gestión y programación para la implementación de treinta baños ecológicos con el objetivo de establecer un modelo integral para el manejo del agua. Los sistemas

de captación, conducción y almacenamiento instalados alcanzaron el 100% de la capacidad de almacenamiento.

- La terminación del humedal para el tratamiento de las aguas residuales de San Jerónimo Purenchécuaro, con una capacidad 0.8 L/s. y el inicio de la instalación del segundo humedal artificial con capacidad de 1.8 L/s, por parte de la Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas del Estado de Michoacán. Con estos proyectos se beneficiará a 1,856 habitantes. Por último, en San Francisco Uricho se inició la instalación de otro humedal con capacidad de 0.78 L/s, en beneficio de 1,646 habitantes.
- La evaluación integral de la eficiencia de humedales artificiales mediante la realización de aforos y muestreos de las descargas de los sistemas en funcionamiento de Cucuchuco, Santa Fe de La Laguna, Erongarícuaro y San Jerónimo Purenchécuaro para verificar su cumplimiento con la normatividad aplicable en materia de descarga de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. A partir del año 2010 el humedal artificial de Erongarícuaro participa del Fondo Concursable para el Tratamiento de Aguas Residuales, de la CONAGUA, al cumplir con la calidad del agua establecida en su autorización de descarga.
- El desarrollo de modelos comunitarios de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano en



Tanque elevado con capacidad de 150 m³ en la red de distribución de agua potable de Erongarícuaro.

Arócutin, San Francisco Uricho y Napízaro, Erongarícuaro, con el fin de alcanzar una capacidad de almacenamiento de 1,700 m³, para dotar de 4 L/día/hab y capacidad de tratamiento de 150 garrafones/día. Con estas acciones se incrementa el uso de tecnologías apropiadas de abasto de agua potable en el medio rural.

- La continuación de la transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales en la cuenca del lago de Pátzcuaro con lo se incrementó la instalación a 2,272 tecnologías apropiadas, en beneficio de 325 familias. Con ello, se busca que cuenten con agua en calidad y cantidad adecuadas en su vivienda, con lo que se reduce el tiempo de acarreo, se mejoran la higiene y salud de la familia, así como el cuidado del medio ambiente en las comunidades ribereñas de Caríngaro, Quiroga; Yotátiro y

La Zaramora, Erongarícuaro; Los Corrales, Tzintzuntzan, y Santa María Huiramángaro, Pátzcuaro.

- El desarrollo de proyectos piloto de sistemas de riego eficientes y de bajo costo en El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas, Tzintzuntzan que abastecen 65 sistemas de riego en beneficio de 90 ha. De esta forma, los productores cuentan con una alternativa para mejorar el riego parcelario bajo un proceso de asesoramiento y seguimiento de los sistemas de riego implementados. Con la vinculación a programas del gobierno federal y estatal se puede impulsar el potencial agrícola de la zona, respetando los usos y cultura de estas comunidades.

Estas experiencias permiten validar y diseminar diversas tecnologías desarrolladas o adaptadas por el Instituto.



Zona de ampliación de red de distribución en Erongarícuaro.



Entronque línea de tubería galvanizada de 3" de diámetro del bombeo al colector de Janitzio.



Encofrado de colector frente a la primaria.



Encofrado en el tramo de rehabilitación de colector general.



Almacenamiento para comunidad y para vivienda en el municipio de Quiroga.



Vista general del humedal.



Calidad del agua después del tratamiento.



Aforo y muestreo de las descargas.



Luminaria solar en Santa Fe de la Laguna.



Distribución del agua en la comunidad.



Distribución del agua en la comunidad.



Llenado del TDF para riego parcelario.



Aplicación de riego en cada surco.



Paquete tecnológico en vivienda.



Familia con cisterna instalada.

Morelos

Coordinación Técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco y apoyo a la gestión de proyectos municipales

El Instituto, mediante proyectos como el de la recuperación ambiental del río Apatlaco, valida y mejora las metodologías y tecnologías que ha desarrollado para la gestión integrada del agua.

El IMTA está a cargo de la coordinación técnica de este programa. Los avances a la fecha son los siguientes: de 332 acciones programadas, 88 han sido ejecutadas, 41 están en fase de desarrollo, 51 detenidas y 37 depuradas o anexadas a una sola.

Las dependencias involucradas (IMTA, CONAGUA y CEAMA) generan, en consenso, la batería de



Sesión de la Comisión de Cuenca del Río Apatlaco.

indicadores de sustentabilidad ambiental. A la fecha, se tienen propuestos y definidos 11 de ellos considerados prioritarios.

Como parte de esta responsabilidad, el IMTA desarrolla un sistema de información geográfica (SIG) de la zona y de las acciones ejecutadas, mismo que se encuentra en la etapa de diseño y desarrollo de interfaces y programación de código fuente considerando 75 capas temáticas.

Abastecimiento mediante captación y almacenamiento de agua de lluvia en Coajomulco, Fierro del Toro, Tetecuintla y Tres Marías

En el marco del Plan Estratégico para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco, en la zona alta de la cuenca se identificó que la falta de infraestructura de abastecimiento y saneamiento son factores que han contribuido al deterioro ambiental.



Cisterna de 20 m³ en Coajomulco.

Con la finalidad de resolver esta problemática, a solicitud del municipio de Huitzilac, se transfirieron a las comunidades de Coajomulco, Fierro del Toro, Tetecuintla y Tres Marías diversas tecnologías apropiadas desarrolladas por el IMTA: cisterna de 20 m³, sistema de captación de agua de lluvia, sanitario ecológico seco, lavadero ecológico, huerto familiar, tanque de descarga de fondo, bicibomba y caja solar. Con ello se benefició a 1,600 habitantes.

Espacios de educación ambiental, cultura del agua y bosque, autosustentables en agua y energía

Con la finalidad de fomentar el cuidado del medio ambiente y promover el empleo de las tecnologías apropiadas desarrolladas por el IMTA, las autoridades de los diez municipios que integran la cuenca del río Apatlaco decidieron construir espacios de Educación Ambiental y Cultura del Agua.

Al cierre de 2010, el avance general en la instalación de estos espacios de educación ambiental es de 90 por ciento.



Xochitepec, construcción de muros.

Rehabilitación y construcción de infraestructura para el almacenamiento de agua de lluvia y transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades de los Altos de Morelos

Contrario a lo que se puede pensar, en Morelos, en la región de los Altos y debido a su orografía, varias comunidades padecen por escasez de agua potable. En casos como este, las tecnologías apropiadas elaboradas en el IMTA son una solución.

Tal es el caso de las acciones que se ejecutaron en los municipios de Tlalnepantla, Atlatlahucan y Totolapan, llevadas a cabo mediante el Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales.

Se realizó la primera de tres etapas con la rehabilitación de dos ollas para el almacenamiento de agua de lluvia, mediante la limpieza, reparación e instalación de una cubierta de geomembrana provista de coladeras y flotadores que evitan la contaminación del agua. Con esto, se recuperó un volumen de almacenamiento de 4,290 m³. Para incrementar este volumen se instaló un modelo comunitario de 2,800 m³ de capacidad que incluye un área de captación recubierta con geomembrana de PVC y sedimentador.

De esta forma 1,242 habitantes de Felipe Neri, Tlalnepantla, cuentan con una disponibilidad de 7,090 m³ de agua de lluvia. Estas acciones, junto con otras del gobierno de Morelos, han permitido que



Emiliano Zapata, construcción de cisterna.



Olla 2 antes de la rehabilitación.



Olla 2 rehabilitada.



Modelo comunitario de 2,800 m³.



Vivienda con tecnologías apropiadas.

esta comunidad deje de ser considerada como de alta marginalidad. Además a esta misma comunidad se le transfirieron diez paquetes de tecnologías apropiadas para el manejo sustentable del agua. Cada uno de ellos está integrado por una cisterna de 50 m³, un sistema de captación de agua de lluvia, un lavadero ecológico, un sanitario ecológico seco, una caja solar, un tanque de descarga de fondo para el riego automático de un huerto familiar y una bicibomba. Con esta transferencia se benefició a seiscientos habitantes.

Por otra parte, se cuenta con el diagnóstico de las necesidades de agua y saneamiento en tres comunidades marginadas de Totolapan y ocho comunidades en Atlatlahucan. Se determinó la cantidad y costo para la transferencia de tecnologías

apropiadas en cada comunidad, así como para la rehabilitación e instalación de nueva infraestructura comunitaria para cubrir las necesidades de 3,830 habitantes.

Optimización de la red de estaciones agroclimatológicas en las principales regiones agropecuarias de Morelos

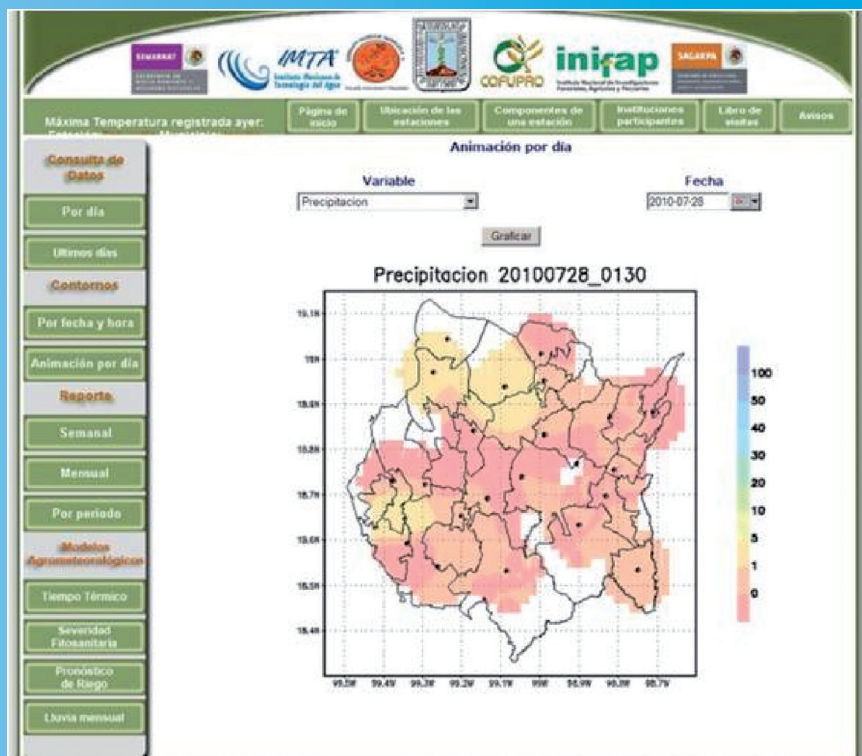
La red de estaciones agrometeorológicas del estado de Morelos, diseñada y operada por el IMTA desde 2006, monitorea las variables meteorológicas en

tiempo real en las principales regiones agropecuarias de esta entidad.

El IMTA realizó la optimización de los procesos de recepción, procesamiento y publicación de la información generada por esta red, misma que se puede consultar en el portal web <http://galileo.imta.mx/fupromor>.

En dicho portal se ofrece al productor morelense la información requerida para optimizar sus procesos de cultivo y cosecha de productos agropecuarios. Asimismo, se pueden consultar mapas de las variables medidas, informe de lluvia por día, mes y año para cada estación.

Este tipo de redes con información en tiempo real, representa una oportunidad para mejorar la productividad agrícola con el apoyo de los gobiernos locales.



Animación por día de lluvia.

Puebla

Puesta en marcha, capacitación y evaluación de la planta potabilizadora de Xicoteppec de Juárez, Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado

El IMTA ha venido colaborando desde hace dos años y medio con este organismo operador en la realización de la ingeniería básica, anteproyecto y manifestación del impacto ambiental del proyecto ejecutivo de la planta potabilizadora de dicho municipio, la cual se diseñó para tratar 100 litros por segundo.

En diciembre de 2009 se terminó el proceso de licitación y a partir de enero de 2010 el organismo operador comenzó la construcción de la planta. El



Vista de la cámara de floculación.



Armado de la batería de filtros de tasa declinante.

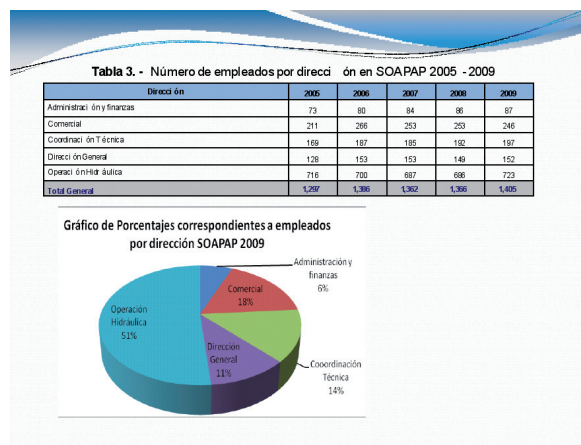
IMTA dio seguimiento al proceso conjuntamente con la empresa supervisora de la obra. Actualmente, la planta está terminada y en 2011 se harán las pruebas de funcionamiento.

Asesorías y evaluaciones en temas de desarrollo institucional y autosuficiencia financiera, Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP)

Para mejorar la gestión de este organismo operador, el Instituto realizó el diseño, aplicación

y procesamiento de una encuesta al personal de mandos medios y superiores, y se determinaron fortalezas, oportunidades y debilidades del SOAPAP. Asimismo, se integró un informe que incluye el análisis comparativo de opiniones de los propios trabajadores y empleados del organismo, y se incluyeron recomendaciones para mejorar el ambiente laboral, modernizar el equipo de trabajo incluido el de cómputo, los sistemas de información y la capacitación específica al personal.

Adicionalmente, se elaboró un análisis comparativo de las estructuras orgánicas del SOAPAP respecto de otros organismos operadores, así como la composición de personal y de salarios sobre los cuales se hicieron propuestas de cambio. Por último, se ofreció una sesión informativa y se impartió un curso taller de capacitación a ochenta trabajadores, donde se informaron los resultados y conclusiones obtenidas durante el desarrollo del proyecto.



Ejemplo de datos gráficas de evolución y comparación del SOAPAP.

San Luis Potosí

Transferencia de tecnologías apropiadas en materia de agua

en comunidades rurales de la huasteca potosina

El IMTA implementó 59 módulos de captación de agua de lluvia y se instalaron 59 cisternas de 11,000 litros cada una con autocaptación de agua de lluvia, lo que representa una capacidad de almacenamiento de 649,000 litros en las comunidades de Malilijá (37 cisternas, 407,000 l), El Tzajib (17 cisternas, 187,000 l), El Tiyou (5 cisternas, 55,000 l) del municipio de Tanlajás.

Se impartieron veinte talleres a 4,975 participantes/hora para la transferencia de tecnología. Con esta actividad se propicia una cultura orientada al cuidado y uso eficiente del agua, tanto local como regional, y con la metodología participativa característica en estos talleres se logra potenciar el apoyo a efecto de que se multiplique el conocimiento adquirido.

Con estas experiencias, además de contribuir al mejoramiento de los servicios de agua en la región, el IMTA analiza mejoras a la tecnología que ha desarrollado en esta materia.



Cisterna instalada en El Tzajib, Tanlajás, San Luis Potosí.

Tamaulipas

Análisis hidráulico de la red de distribución y líneas de conducción de Matamoros, Junta de Aguas y Drenaje

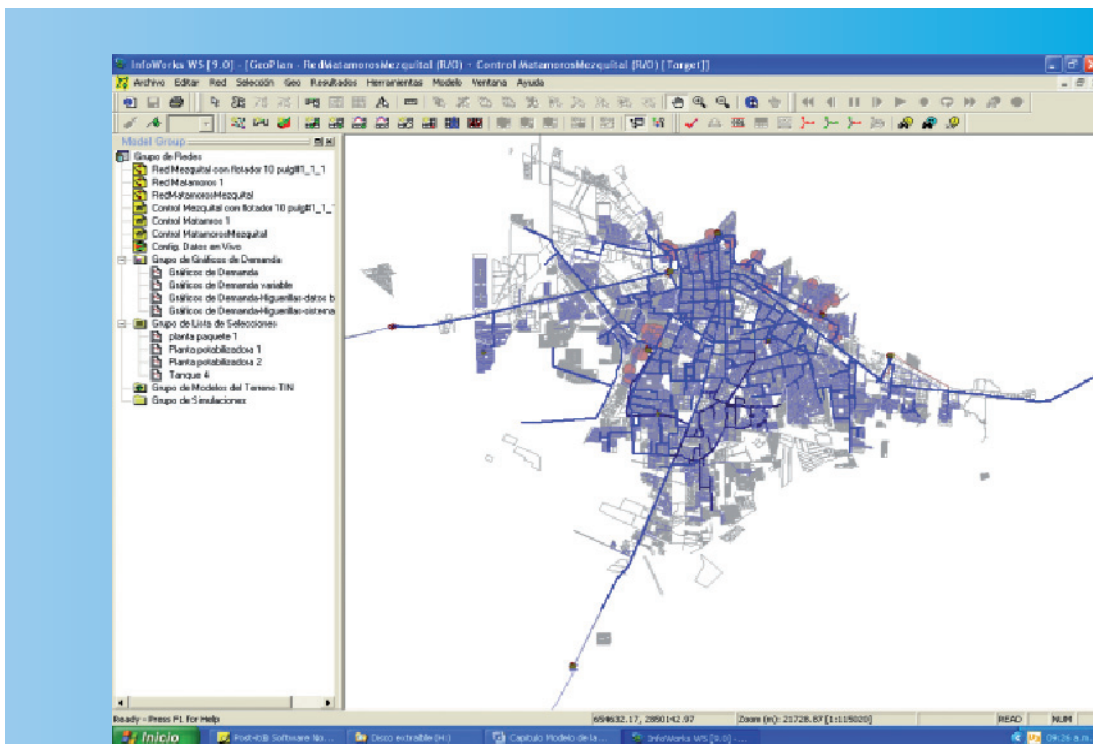
En Matamoros, durante varios años, se ha venido ejecutando un ambicioso proyecto de abastecimiento de agua y saneamiento en el que ha intervenido el IMTA de diversas maneras.

Una de ellas es el proyecto realizado en 2010 para la Junta, que se dividió en tres grandes líneas de trabajo: sectorización de la red de distribución y análisis

hidráulico de la conducción El Mezquital, evaluación de medidores domiciliarios y macromedidores, y detección de fugas en la ciudad industrial.

Para la sectorización se construyó y calibró el modelo matemático que incluye las tuberías primarias y secundarias, los puntos de suministro a la red y los cuatro tanques elevados. El modelo de la red de agua se estructuró con 11,463 tramos, 8,885 nodos y 157,737 usuarios. La ciudad se dividió en 61 sectores con la finalidad de aprovechar al máximo la ubicación de las plantas potabilizadoras.

El costo de inversión de la sectorización a corto plazo asciende a 31 millones de pesos, considerando los cuatro tanques elevados. A mediano plazo la inversión, de 54 millones de pesos, incluye la sectorización de la planta Paquete 2 y la línea de suministro al Centro Federal de Readaptación Social. Por último, a largo plazo la inversión de 42 millones de pesos, cubrirá el costo de la red de distribución.



Introducción de planimetría al modelo de simulación en formato *InfoWorks*®.

Zacatecas

Potabilización de agua de mina con fines de uso y consumo humano

La región de Fresnillo, Zacatecas, sufre de escasez de agua. Una fuente adicional puede ser el intercambio, con la industria minera, de agua del acuífero por agua tratada.

El ayuntamiento de Fresnillo tiene un convenio con la compañía Minera Fresnillo para intercambiar 150 L/s de agua residual cruda por un volumen equivalente de agua de mina para suministro de la cabecera municipal. Debido a que el contenido de sulfatos, fluoruros, arsénico, cadmio y plomo de esta agua rebasan los límites máximos permisibles de la NOM-127-SSA1-1994 (2000), el ayuntamiento solicitó al IMTA llevar a cabo pruebas de tratabilidad y sugerir el proceso de limpieza más adecuado. Durante un mes se llevaron a cabo pruebas in situ con una planta piloto de filtros de arena y nanofiltración, recomendada como la tecnología apropiada, obteniéndose agua potable. El rechazo de las membranas no rebasa los límites establecidos en las NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996, por lo que puede ser vertida en cuerpo receptor o en el alcantarillado sanitario municipal.

Como producto del proyecto se entregó el diseño funcional de una planta para tratar 150 L/s, junto con las especificaciones para llevar a cabo la licitación del proyecto ejecutivo y la construcción de la planta potabilizadora de agua de mina. Esta experiencia abre oportunidades al IMTA en otras zonas del país.

ORGANIZACIONES SOCIALES Y PRIVADAS

Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. (FGRA)

Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Coordinación técnica del programa, sistematización de la experiencia y difusión

En el marco de este programa, el IMTA cuenta con un Sistema de Información Geográfica con cartografía actualizada al 2010, incluyendo fichas técnicas y memoria fotográfica.

Además el Instituto administra el portal web del programa <http://recuperapatzcuaro.info/cuenca.htm>, y se está desarrollando el nuevo portal que entrará en funciones en 2011.

De igual forma, se instaló en Pátzcuaro un área demostrativa, mejor conocida como Casa Ecológica, de tecnologías apropiadas para el manejo integral del agua en comunidades rurales y periurbanas marginadas.

El seguimiento y la documentación de las acciones del Programa se sistematizan para ser difundidas local, regional, nacional e internacionalmente.



Portal web del programa.

Manejo integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad

del agua del lago de Pátzcuaro

A partir de los resultados obtenidos durante 2008 y 2009, con respecto al tipo de asociaciones vegetales y los modelos de densidad y biomasa de la vegetación acuática existente en el lago de Pátzcuaro, el IMTA programó las acciones de control y extracción de las malezas, principalmente de ninfa acuática, tule, carrizo y lirio acuático. Hasta la fecha, se ha recuperado un espejo de agua de 27 ha en el canal de Erongarícuaro.

En el canal Jarácuaro-Janitzio se logró una recuperación del espejo de agua de aproximadamente



Vista del canal de Erongarícuaro antes de los trabajos de limpieza de tule y ninfa.



Vista de los trabajos de limpieza después de la extracción de tule y ninfa en el canal de Erongarícuaro.



Vista de otra zona de trabajo, antes de la extracción de malezas acuáticas.



Vista de otra zona de trabajo después de la extracción de malezas acuáticas, particularmente ninfa (*Nimpha mexicana*) y hojilla (*Potamogeton pectinatus*).

24 ha donde las malezas removidas fueron hojilla y cola de zorro. Actualmente, estas áreas se encuentran en mantenimiento.

Con estas acciones se busca erradicar y controlar las especies exóticas introducidas y recuperar las emblemáticas del lago: pez blanco, acumara y achoque.

Fideicomiso Ingenio Casasano (FIC) e Ingenio Emiliano Zapata (IEZ)

Tratamiento de las aguas residuales en un

humedal artificial de flujo intermitente

El IMTA realizó un estudio para el tratamiento de las aguas residuales mediante un humedal artificial de flujo intermitente para los ingenios Casasano y Emiliano Zapata, ubicados en el estado de Morelos.

Se efectuaron las gestiones con los propietarios de los terrenos para instalar un humedal experimental en los terrenos de cultivo de cada ingenio y evaluar su factibilidad como sistema de tratamiento del agua residual generada por el proceso de producción.



Instalación de los tubos de recolección del agua tratada por el humedal experimental.

Contaminante	Cantidad (mg/l)	
	Ingreso del sistema	Salida del sistema
Grasas y aceites	21.15	<4.8
Sólidos suspendidos totales	347.78	31.50
Demanda química de oxígeno	1,242.04	238.58

Resultados de la remoción de contaminantes por el humedal artificial de flujo intermitente.

Con base en la calidad y cantidad del agua residual que genera cada uno de los ingenios, de la eficiencia que se obtiene en los humedales experimentales como sistema de tratamiento y de la disponibilidad de área de cultivo en cada caso, es factible el uso de los campos de cultivo como sistema de tratamiento.

Sin embargo, resulta indispensable sensibilizar a los agricultores para que modifiquen, modernicen,

adopten y operen de manera eficiente un moderno sistema de riego. Se recomienda que el tratamiento de las aguas generadas por los servicios sanitarios se realice de manera independiente antes de mezclarla con el agua de proceso, para evitar la contaminación fecal en los canales de riego. Igualmente, se sugiere mejorar la operación de las unidades de separación de grasas.

OTROS ORGANISMOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Instituto de Ingeniería, UNAM

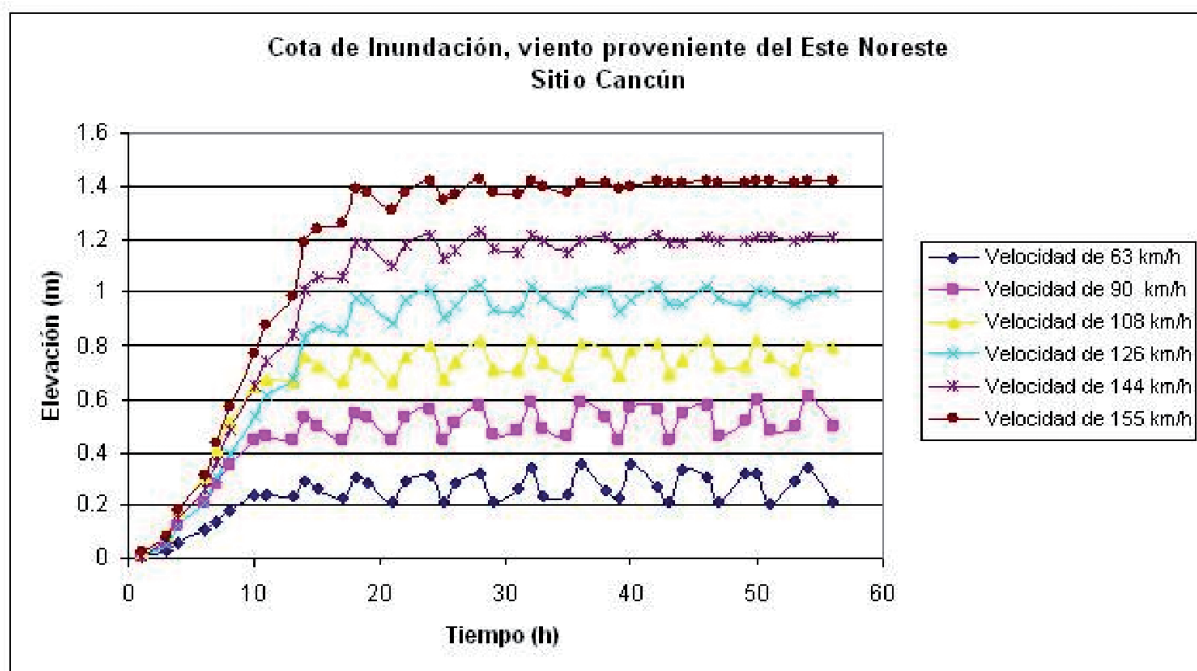
Ubicación y caracterización de zonas en peligro de inundación por marea de tormenta en las costas de México

El IMTA, en colaboración con el Instituto de Ingeniería de la UNAM, realizó un estudio de la dinámica que

genera la sobreelevación del nivel del mar asociado a la marea de tormenta en costas mexicanas, utilizando bases de datos de trayectorias e intensidades de los huracanes que han afectado al país.

Aplicando simulaciones numéricas de marea de tormenta bajo las condiciones observadas de 1950 a 2007 (intensidades y direcciones de viento), se generó una base de datos zonificada, para ambos litorales, de la sobreelevación del nivel del mar esperada ante ciclones tropicales con características conocidas.

Mediante mapas de inundación, se puede establecer un diagnóstico para zonas en peligro de inundación con el fin de apoyar a las autoridades en la toma de decisiones.



**Universidad Politécnica de Morelos
(UPEMOR)**

Tratamiento de lixiviados de cultivo de jitomate

En el marco de la colaboración técnica entre el IMTA y la UPEMOR en el tratamiento de lixiviados procedentes del cultivo de jitomate hidropónico para su integración a la solución nutritiva, se realiza la transferencia del sistema de tratamiento para recuperar el agua y nutrientes provenientes de los lixiviados.

Para ello, se hizo el diagnóstico de las prácticas agrícolas en cultivos hidropónicos de jitomate en el estado, así como la caracterización del agua de

abastecimiento de solución nutritiva y lixiviados. Con base en encuestas a productores, se identificó que el sustrato más empleado es el tezontle.

De los invernaderos encuestados se seleccionaron veinte para realizar un muestreo de agua de riego, solución nutritiva y lixiviado. Los resultados muestran que la mayoría del agua de suministro, al ser de pozo, presenta una calidad excelente, libre de sales y metales. Por lo tanto, los requerimientos de nutrientes casi siempre son los recomendados por los técnicos.

En términos generales, los agricultores llevan a cabo un adecuado manejo del agua en sus invernaderos de hidroponía. Sin embargo se pierde el lixiviado, que puede reutilizarse nuevamente. Por otra parte, se diseñó el sistema de tratamiento de lixiviados del invernadero de la UPEMOR para reincorporarlo a la solución nutritiva. Actualmente se termina la instalación de este sistema para comenzar el ciclo de cultivo.



Aplicación de encuestas.



Muestreo in situ.

COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL

UNESCO

Cátedra UNESCO-IMTA: El Agua en la Sociedad del Conocimiento

Para fomentar un sistema integrado de actividades de investigación, formación, información y documentación en el campo del agua y la sociedad del conocimiento, la Cátedra UNESCO-IMTA ha desarrollado diversas actividades enfocadas a la integración de la sociedad, académicos y especialistas.

Durante el proceso de mantenimiento y desarrollo de *Atl: el portal del agua desde México*, de enero a diciembre se contabilizaron 185,923 visitas originadas en 95 países. En otro orden de ideas, la



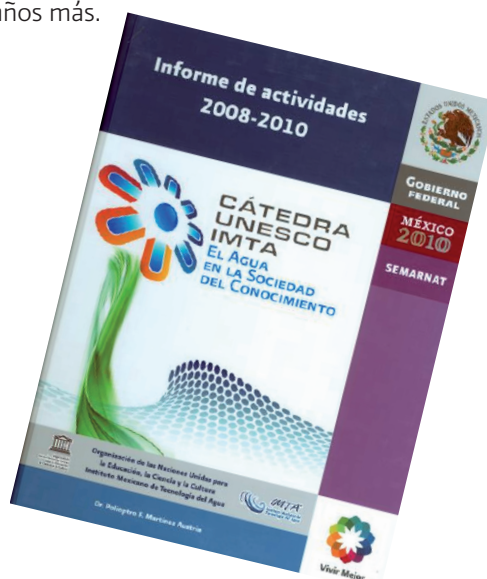
Portada del libro *Cambio climático y desarrollo sustentable para América Latina y el Caribe. Conocer para comunicar.*

galería de audiovisuales cuenta con 269 videos y un registro de 111,656 reproducciones.

Como parte de la labor editorial que actualmente cumple la Cátedra, se coeditó junto con el British Council el libro *Cambio climático y desarrollo sustentable para América Latina y el Caribe. Conocer para comunicar*, el cual a su vez sirve como base para la realización del diplomado virtual Cambio Climático y Desarrollo Sustentable, con alcance en la región de América Latina y el Caribe. Para acceder a esta publicación en formato digital se desarrolló una versión electrónica que se puede consultar desde el portal *Atl* (www.atl.org.mx).

Así también, se organizó el Segundo Seminario Anual (2010) con el tema "Agua y sociedad del conocimiento ante el cambio climático". A este evento asistieron 150 participantes de 66 diferentes instituciones, empresas, prensa y organizaciones civiles. Las ponencias de las cuatro mesas, así como las presentaciones y las entrevistas a los panelistas están disponibles en el sitio del Seminario.

Derivado de estas actividades, la UNESCO evaluó como sobresaliente el desempeño de la Cátedra en sus dos primeros años y determinó aprobar la continuación de la misma por un periodo de dos años más.



Portada del *Informe de actividades 2008-2010* de la Cátedra UNESCO-IMTA: El Agua en la Sociedad del Conocimiento.



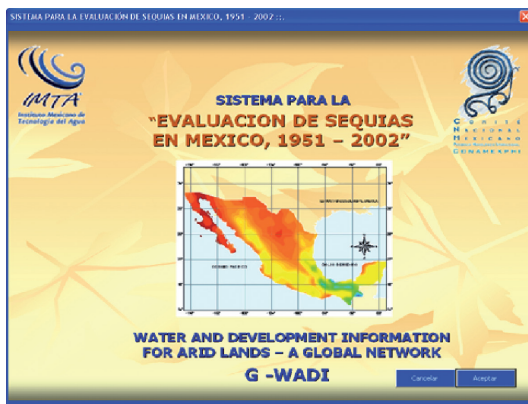
Coordinación del Comité Nacional Mexicano del Programa Hidrológico Internacional

El IMTA, junto con el PHI de la UNESCO, coordina el Comité Nacional Mexicano del Programa Hidrológico Internacional (Conamexphi), cuya finalidad es apoyar, en nuestro país, el avance de la hidrología en los aspectos científicos y educativos y la gestión integrada de los recursos hídricos,.

Dentro de los principales resultados obtenidos en los programas globales y grupos de trabajo

del Conamexphi se encuentran los siguientes: elaboración de un número especial sobre sedimentos en la revista *AQUA-LAC*, integración de un informe sobre las cuencas potenciales de México para ser incluidas en el Programa HELP-Cuencas, publicación de la *Guía para la construcción de consensos en la gestión integrada del agua*, elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América Latina y el Caribe, y la elaboración del *software* para la evaluación de sequías en México.

Asimismo, se promovió y logró la elección de México para ocupar un asiento en el Consejo Intergubernamental del PHI para un periodo de cuatro años (2010-2013). El Dr. Polioptro Martínez Austria resultó electo para ocupar una de las vicepresidencias de la Mesa del PHI. Esta resolución seguramente facilitará el impulso de las iniciativas latinoamericanas en la siguiente fase del Programa Hidrológico Internacional.



Mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América Latina y el Caribe.



Portada de la *Guía para la construcción de consensos en la gestión integrada del agua*.

Estados Unidos de América

En el marco del Plan de Acción del Memorándum de Entendimiento SEMARNAT-CalEPA, se capacitaron tres expertos del IMTA en un curso taller para operadores de plantas de tratamiento de aguas residuales celebrado en San Diego, California.

Con respecto al río Bravo se inició y avanzó en la ejecución del proyecto, liderado en México por el IMTA, *Control biológico del carrizo gigante (Arundo donax) en la zona fronteriza México-Estados Unidos*.

En el Instituto se llevó a cabo la Reunión del Panel de Control Biológico de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas. Durante este evento el IMTA fue integrado como asesor en la organización de los programas de control biológico de malezas acuáticas.

Asimismo, el Instituto participó con la SEMARNAT en el Segundo Informe Anual del Programa Ambiental de la Frontera Norte 2009.

Japón

En el marco de la reunión, desarrollada en el IMTA, de la Sociedad de Investigación Científica y Tecnológica para el Desarrollo Sustentable, auspiciada por la Agencia Japonesa de Ciencia y Tecnología y la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JST y JICA, respectivamente y por sus siglas en inglés), se recibió la Misión de Alto Nivel de la Universidad de Tottori para analizar el proyecto *Reutilización de agua residual tratada en acuicultura y posterior reúso en la agricultura*.

También se suscribió el récord de discusiones con la JICA y la Secretaría de Relaciones Exteriores para

la instrumentación del curso internacional *Sistemas naturales de tratamiento de aguas y lodos residuales, su reúso y aprovechamiento*, a celebrarse en febrero de 2011, en su primera versión.

Australia

Se firmó el Memorándum de Entendimiento con la Universidad de Sydney y se programaron visitas de cuatro expertos del IMTA a Australia, con el fin de definir proyectos de investigación del 2011.

Costa Rica

El IMTA firmó un convenio de cooperación con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Esta institución desarrolla investigaciones en Latinoamérica y su sede se encuentra en Costa Rica.

Con el CATIE se coordinan proyectos de investigación relacionados con el agua, cambio climático y género. Uno de los productos del convenio de colaboración son los estudios de caso realizados en el municipio de San Felipe, Yucatán, y en el municipio de Sitalá, Chiapas, los cuales analizan la vulnerabilidad social y de género ante el cambio climático.

Asimismo, investigadores del CATIE desarrollaron un taller de capacitación al personal del IMTA, abordando la metodología de medios de vida y capitales de la comunidad (MCC).

Haití

Conjuntamente con la SRE y en apoyo a los programas del gobierno de México con motivo del reciente terremoto en Haití, se inició el proyecto *Fortalecimiento institucional del Observatorio Nacional de Medio Ambiente y Vulnerabilidad* entre el IMTA y el ONEV/Ministerio de Medio Ambiente.

Ecuador

Por otra parte, con Ecuador se realiza el proyecto *Aplicación de la hidroinformática en la gestión de los sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de la empresa metropolitana de Agua y Alcantarillado de Quito*, mediante el cual el IMTA proporciona capacitación y asesoría.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)

Se participó en la reunión *Financing Water Resources Management* y en el *OECD Workshop: Improving the Information Base to Better Guide Water Resource Management Decision Making*, definiéndose la intervención del IMTA en la aplicación de un cuestionario para conocer y mejorar la gestión del agua el subsector agua y saneamiento, así como evaluar la posible participación del sector privado. El cuestionario se aplicará en el segundo semestre de 2011.

Unión Europea (UE)

Se continúa con la realización de los proyectos Red de conocimientos para resolver problemas reales en países en vías de desarrollo: *Superando las diferencias y vacíos de conocimiento (ANTINOMOS, por su abreviatura en inglés)* y *Servicios viables y vitales para el manejo de recursos naturales en América Latina (VIVACE, por su abreviatura en inglés)*.

Como resultados del proyecto *ATINOMOS* se encuentra una metodología de evaluación de desempeño de tecnologías, una memoria técnica

de conocimiento del agua de pueblos indígenas o nativos y un estudio comparativo de desempeño de tecnologías en Sudáfrica, India y México. Se trabaja con las siguientes organizaciones:

- Departamento de Arquitectura y Planeación Urbana del Politécnico de Bari, Italia.
- Centro de Gestión Ambiental, Viena, Austria.
- Fundación Lettinga Association, Wageningen, Países Bajos.
- Escuela de Ciencias del Agua de la Universidad de Cranfield, Reino Unido.
- Instituto Sueco para el Control de las Enfermedades Infecciosas, Estocolmo, Suecia.
- Escuela Nacional de Ingeniería Rural, de Aguas y Bosques, Montpellier, Francia.
- Universidad de Kwazulu-Natal, Sudáfrica.
- Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, México.
- Centro de Ciencias y Medio Ambiente, Nueva Delhi, India.
- Instituto Indio de Administración, Ahmadabad, India.
- Unidad para la Reforma, el Apoyo y la Gestión de Proyectos, Departamento para el Suministro de Agua y Saneamiento. Gobierno de Maharashtra, India.
- Instituto Internacional para la Educación Hídrica (UNESCO), Países Bajos.

En cuanto al proyecto *VIVACE*, los resultados consisten en la elaboración de: informe de evaluación sobre participación social en la aplicación de programas, informe de evaluación de tecnologías, informe de línea base sobre área de estudio (Xochimilco) y de reportes de comparación de los casos de estudio en zonas perirurbanas de la ciudad de México y de Buenos Aires, y se colabora con:

- Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida Aplicadas, Austria.
- Fundación Lettinga Associates Wageningen, Países Bajos.
- Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo-América Latina, Argentina.

- Instituto Nacional del Agua, Argentina.
- Centro para la Gestión Ambiental y Apoyo a Decisiones, Austria.

Organización de los Estados Americanos-Fondo Mundial para el Medio Ambiente-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Se negoció y definió el proyecto *Regional Framework for the Management and Sustainable use of the Río Bravo* (Marco Regional para la Gestión y el Uso Sustentable del Río Bravo), cuyo objetivo es la creación de un sistema de información compartida y el establecimiento de tres proyectos piloto para un mejor manejo del recurso hídrico en la cuenca del río Bravo, involucrando el componente de cambio climático y transferencia a países de América Latina. Este proyecto se realiza con recursos del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) en colaboración con la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de la Universidad de Texas en San Marcos, la Organización de los Estados Americanos y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Red de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Ingeniería e Investigación Hidráulica

El IMTA coordina desde 2006 la Red en la que participan, entre otros países, Argentina, Bolivia, Brasil, España, Colombia y Portugal.

Con el apoyo económico del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de España, bajo la coordinación técnica del IMTA se iniciaron los trabajos de la Red para el periodo 2008-2011, con la participación de 17 instituciones de 13 países, a través de la cual se enriquecerá la agenda de cooperación iberoamericana en ciencia y tecnología en el sector hídrico.

Se ha creado el inventario de capacidades científicas y tecnológicas y se han firmado cinco acuerdos entre el Instituto Nacional de Hidráulica de Chile y el IMTA para medición del agua, energía undimotriz y fortalecimiento institucional. El IMTA continuará al frente de la Secretaría y se estrecharán los lazos con la Conferencia de Directores del Agua de Iberoamérica.