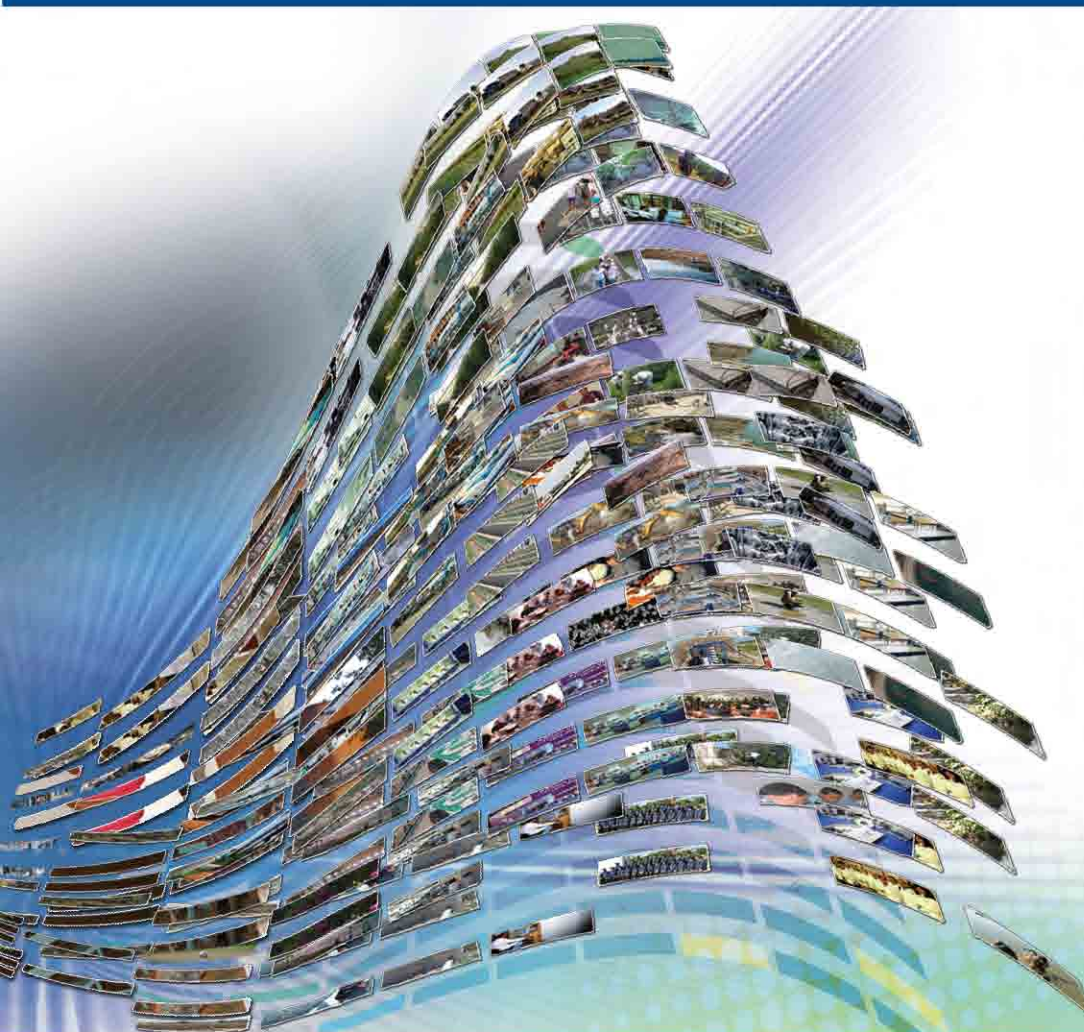


# CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**



**INFORME ANUAL**

**IMTA 2008**



**Vivir Mejor**



# **CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA**

2008



# **CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA**

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

INFORME, 2008



## PRESENTACIÓN

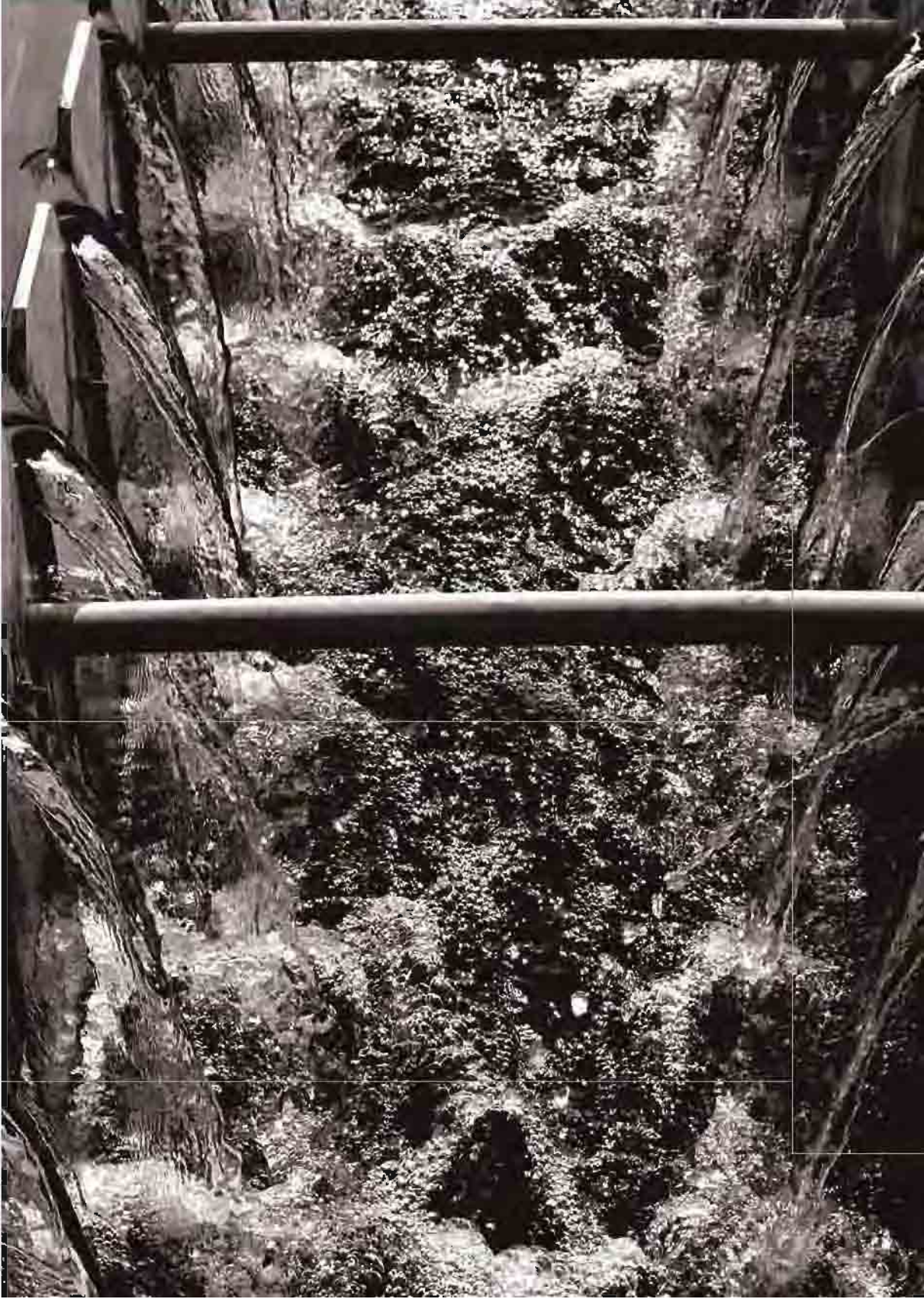
El IMTA en México	7
Mensaje del Director General	9
El IMTA en síntesis	11

## RESULTADOS RELEVANTES

Innovación y desarrollo tecnológico	21
Asesoría y desarrollo tecnológico	29
Formación de recursos humanos	71
Promoción y difusión del conocimiento	77
Reconocimientos y algunos hechos importantes	87

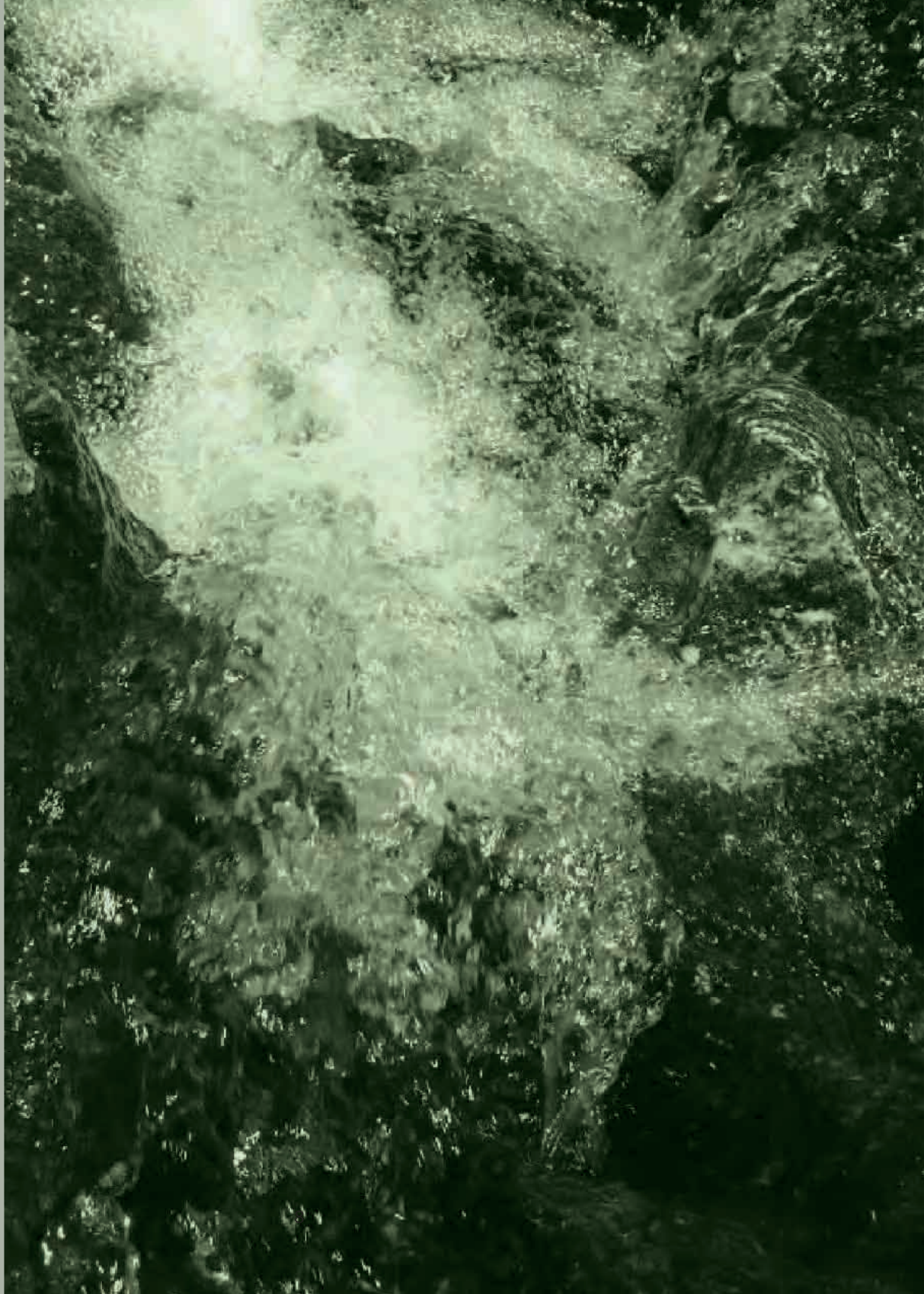
## RECURSOS AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN

Infraestructura	93
Administración	103



## PUNTOS DE ACCIÓN DEL IMTA





# Mensaje del Director General

## Amables lectores:

Ante los grandes retos que implica el desarrollo sustentable de México, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua tiene la misión de producir, implantar y diseminar conocimiento y tecnología para la gestión sustentable del agua. Por ello, nuestras contribuciones están alineadas con las grandes metas nacionales, así como en particular con las propias del sector agua y medio ambiente. El marco de planeación del Instituto, plasmado en nuestro Plan Estratégico Institucional, nos vincula directamente con el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Programa Nacional Hídrico y el Programa Especial de Ciencia y Tecnología.

Innovación y desarrollo, asesoría y servicios tecnológicos, formación de recursos humanos y difusión del conocimiento son las grandes líneas de acción que nos permiten fortalecer nuestro vínculo institucional con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Comisión Nacional del Agua, la Comisión Federal de Electricidad, Petróleos Mexicanos, las comisiones estatales de agua y saneamiento, la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, la Asociación Nacional de Usuarios de Riego y con los organismos operadores del país. Además, el IMTA, a lo largo del año, colaboró con diversas empresas y organizaciones nacionales y del extranjero.

Durante 2008 el Instituto cumplió con todas sus expectativas al alcanzar, y en algunos casos rebasar, las metas señaladas en sus indicadores estratégicos. Los servicios prestados por el Instituto nos permitieron satisfacer los requerimientos del sector, mantener una mejora continua en nuestra oferta tecnológica y, a su vez, autogenerar los recursos necesarios para apoyar nuestra labor de innovación y desarrollo tecnológico en beneficio de la sociedad mexicana.

El IMTA es una organización de resultados que, junto con otras instituciones, ha recibido el reconocimiento del Presidente de la República a raíz de su participación en los trabajos realizados para enfrentar la contingencia acaecida en el río Grijalva, que todos los mexicanos tenemos presente.

Los logros y avances obtenidos son el resultado del alto nivel y profesionalismo de quienes conformamos la institución, pero va más allá. El IMTA comparte la satisfacción del deber cumplido con todas las instituciones gubernamentales, organizaciones, empresas y personas con las que integramos una cadena de valor que incorpora y transforma el conocimiento y tecnología en mejores condiciones para el uso sustentable del agua en todos los rincones del país.

Frente a la crisis económica global de consecuencias mundiales, debemos prepararnos para una situación en la que los recursos sean más escasos, pero que, al mismo tiempo, plantea la oportunidad de mantener e incrementar nuestros estándares de calidad sustentados en un mayor esfuerzo, compromiso e inteligencia, y abren nuevos retos a nuestra capacidad de innovación.

Para terminar, unas palabras de gratitud a todas aquellas instituciones, organizaciones, empresas y personas que han confiado y colaborado con el Instituto durante 2008, y muy en especial a los miembros de nuestra junta de gobierno, encabezada por el titular de la SEMARNAT, Ing. Juan Rafael Elvira Quesada. A todos ellos nuestra gratitud y compromiso.

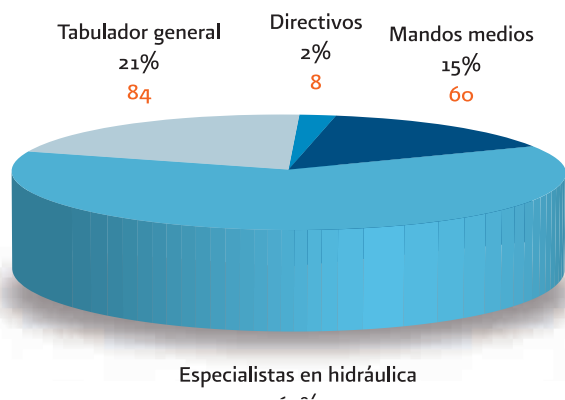


# IMTA 2008 en síntesis

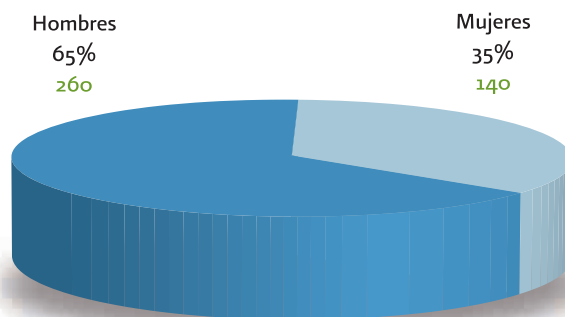
## Potencial Humano

Número de personas: 400 (plazas ocupadas)

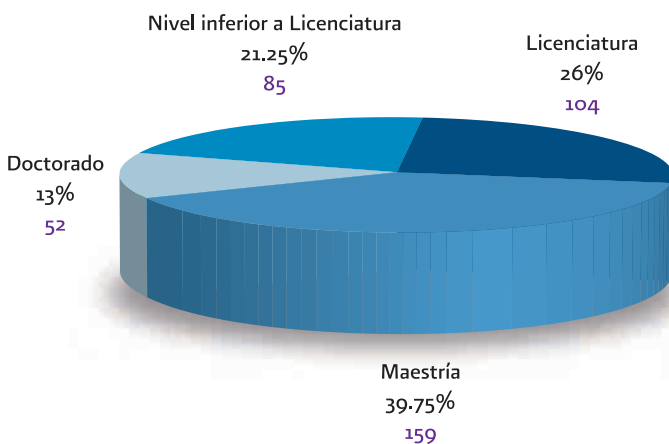
### Personal por nivel de puesto



### Personal por género

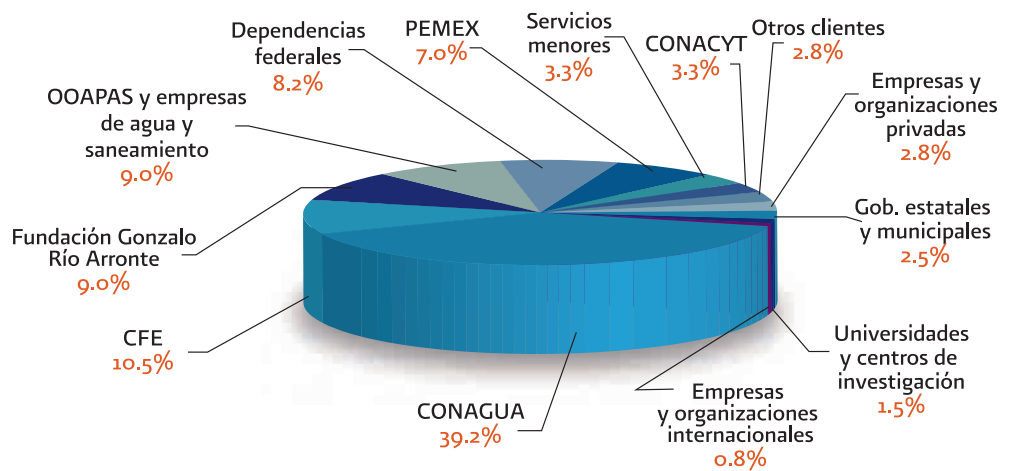


### Personal por grado académico

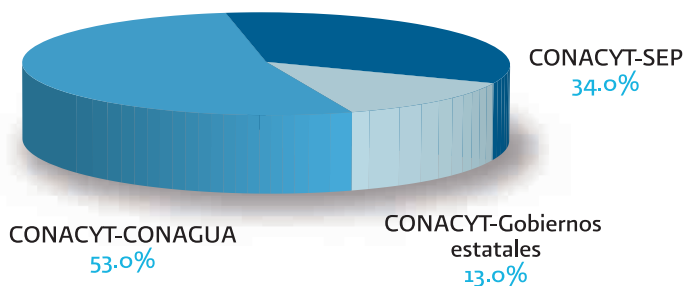


# Instituciones

## Instituciones con las que colabora el IMTA

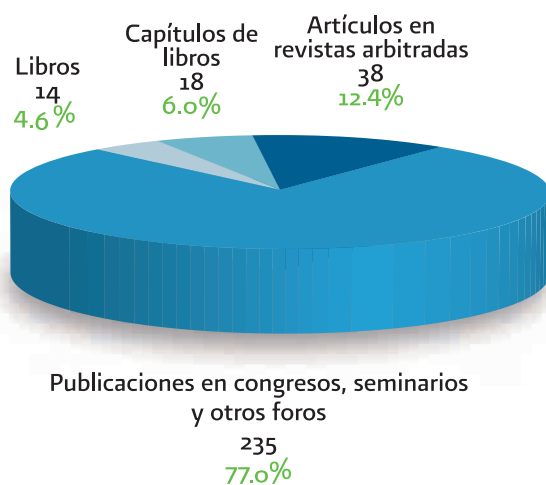


## Investigación con CONACYT



# Producción

## Publicaciones científicas del IMTA





## Libros editados

<i>Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México, Vol. II.</i>
<i>La cuenca del río Apatlaco. Recuperemos el patrimonio ambiental de los morelenses.</i>
<i>Medición del flujo volumétrico en presas, canales y pozos.</i>
<i>Manual geotécnico para el diseño de presas pequeñas.</i>
<i>Tratamiento, disposición y aprovechamiento de lodos residuales.</i>
<i>Manual para diseño de zonas de riego pequeñas.</i>
<i>Manual de operación del distrito del riego del Valle del Yaqui.</i>
<i>La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas, Vol. I.</i>
<i>Agua y diversidad cultural en México.</i>
<i>Informe de evaluación de los cursos internacionales Sistemas integrados de tratamiento de aguas residuales y su reúso para un medio ambiente sustentable y Manejo adecuado de residuos sólidos y peligrosos 2007.</i>
<i>Repercusiones del cambio climático en la agricultura de riego.</i>
<i>Manual para transferencia de paquetes integrales de tecnologías apropiadas en materia de agua en zonas marginales.</i>
<i>Water Resources Assesment. Integral Water Balance in Basins.</i>
<i>Water and Education for Teachers of Latin America and the Caribbean.</i>



# Patentes

RELACIÓN DE PATENTES		
Núm.	Título invención	Estatus
1	Mejoras en tanque para depósito de agua de sanitarios	Título 188757
2	Banco universal de pruebas para dispositivos domésticos utilizadores de agua y similares	Título 202202
3	Dispositivo para aereación y circulación de lagos y embalses y método de operación	Examen de fondo
4	Remoción de hierro y manganeso por adsorción-oxidación sobre zeolita natural. Método para formar el medio de contacto y regenerar su capacidad de adsorción	Título 221687
5	Banco de pruebas de los elementos que conforman las tomas domiciliarias	Título 233877
6	Estructura para disipación de energía y aereación de corrientes	Examen de fondo
7	Método para el tratamiento de lodos provenientes del tratamiento de agua, recuperación de coagulante y disposición	Título 227928
8	Mezcla cruda para la producción de Clinker de cemento tipo Portland resistente a la corrosión microbiológica	Examen de fondo
9	Válvula con cámaras de amortiguamiento paralelas para la separación y expulsión de aire en la toma de agua domiciliaria	Título 237185
10	Sistema de floculación con aire	Título pendiente de expedición
11	Proceso para la determinación continua de CO <sub>2</sub>	Examen de fondo
12	Concentrador solar de paredes planas para la desinfección del agua para consumo humano	Examen de forma
13	Limitador de gasto para redes de riego a presión	Examen de forma
14	Mejoras a la descarga de agua del tanque de inodoro para uso doméstico a través de un sifón flexible flotante parcialmente auto-operante	Examen de forma
15	Banco de pruebas para válvulas de hidráulica de compuerta y mariposa 2" hasta 12"	Examen de forma
16	Formulación de un microherbicida para control del lirio acuático	Examen de fondo
17	Remoción de arsénico por electrocoagulación	En registro
18	BIOSTAR 1	Depósito de documentación de patente



PROYECTOS PATENTABLES 2008	
Núm.	Invencción
1	Sistema para la supervisión de la distribución del agua en el distrito de riego.
2	Extractor de vertedor de abanico.
3	Establecimiento de la casa ecológica.
4	<i>Biotrop</i> (registro marca IMTA/CRIQ).
5	Mejoras en la remoción de hierro y manganeso para adsorción-oxidación sobre zeolita natural. Método para formar el medio de contacto y regenerar su capacidad de adsorción.
6	<i>Atl, el Portal del Agua desde México</i> (registro de marca).
7	Mejoras al sistema de floculación accionado con aire.



Biotróp



# Resultados relevantes





# Innovación y desarrollo tecnológico

## ***Evaluación y adaptación al cambio climático***

Como parte de las líneas de investigación estratégicas del IMTA y en concordancia con los objetivos rectores del sector, en 2007 se editó el libro *Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México, Volumen I*, donde se describen las condiciones climatológicas prevalecientes en el mundo, particularmente en nuestro país, así como la forma en que dicho cambio impactará en nuestro entorno.

En 2008 se editó un segundo volumen con resultados de investigación de diversas instituciones, coordinadas y en algunos casos realizadas por el Instituto, en el cual se plantea que el análisis de las condiciones climáticas, mediante herramientas cada vez más precisas y una mejora en la operación de los sistemas hidráulicos, es determinante para identificar y establecer medidas de adaptación que permitan mitigar los efectos del cambio climático y, a la vez, alcanzar niveles razonables de sustentabilidad en el uso del agua.

La publicación, entre otros resultados importantes, presenta información actualizada acerca de las consecuencias de los gases de efecto invernadero sobre diferentes componentes del ciclo hidrológico del país y, de manera específica, analiza datos de la regionalización de los valores de temperatura y precipitación hasta el año 2100, los cambios



físicos de evaporación y calidad del agua en la presa de Valle de Bravo, los cambios en los valores de evapotranspiración en la zona norte de México y una evaluación de las tendencias de elevación del nivel medio del mar.

## ***Identificación de modelos climáticos globales y regionales adecuados a las condiciones de México***

Con el propósito de colaborar en la organización de medidas para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático en México y propiciar la adaptación y



El procedimiento de reducción de escala dinámica requiere del uso de la información proporcionada por el *Reporte Especial en Escenarios de Emisión de CO<sub>2</sub>*, al modelo Climático Global de la Comunidad en su versión 3 (CCSM3) que, a su vez, alimenta el modelo regional MM5 sobre la zona de la República Mexicana, con lo cual se espera mejorar la descripción de las variables climáticas así como la resolución espacio-temporal; por ejemplo, calculando efectos orográficos.

mitigación de sus efectos, se evaluaron para el Servicio Meteorológico Nacional modelos de circulación general para reproducir la variabilidad climática y se construyeron escenarios regionales a una resolución de 40 km. Se aplicó la técnica de reducción de escala dinámica para estudios del clima regional, que generan información básica en la evaluación de impactos sobre el medio ambiente.

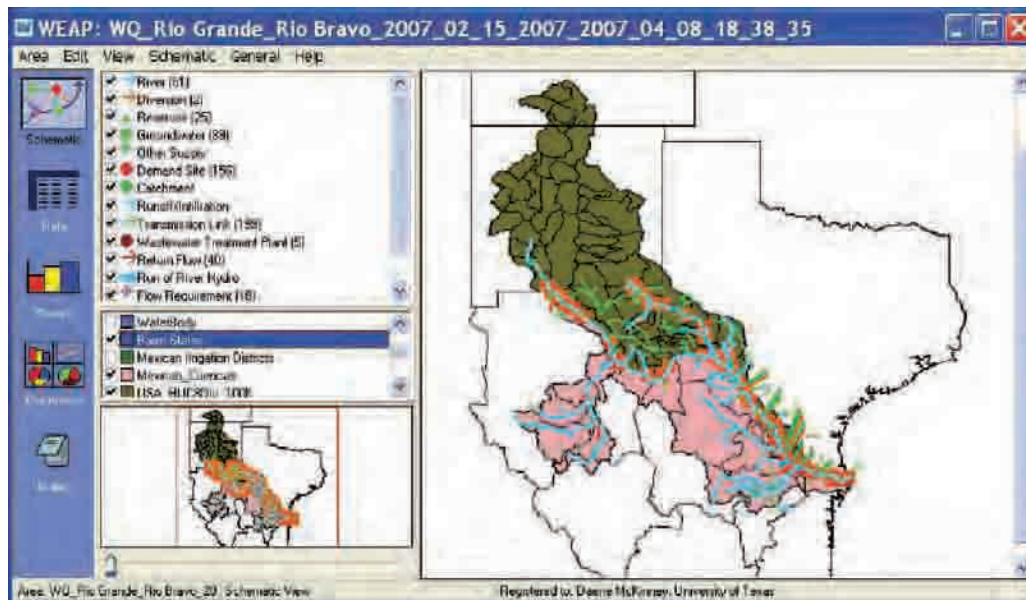
Si bien las simulaciones del clima regional obtenidas son realistas, aún requieren de un análisis climatológico más profundo para evaluar el periodo correspondiente al siglo XX y el escenario de proyección del siglo XXI.

De los modelos de evaluación climática incluidos en el *Cuarto Reporte de Evaluación del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* se identificaron los dos más adecuados para el caso de México, con base en su aplicación en las nueve zonas geográficas en que se dividió el país. Con ello, se obtuvo la correlación y el

error cuadrático medio de los modelos con respecto a la base de datos observados por el *Climatic Research Unit* de la Universidad de East Anglia, Reino Unido, para las variables de precipitación y temperatura, y sus anomalías.

## ***Análisis y modelación hidrológica, calidad del agua y gestión en la región fronteriza México-Estados Unidos***

La modelación hidrológica se ha enriquecido con la disponibilidad de bases de datos geoespaciales que permiten mejorar la creación de escenarios de manejo



Modelo de gestión en la cuenca binacional del río Bravo.

de agua, así como simular y analizar el comportamiento de los sistemas en el tiempo.

La investigación contempla la modelación hidrológica y de calidad del agua de las cuencas de los ríos Bravo, Colorado y Tijuana, así como la generación de modelos de datos relacionales de las cuencas transfronterizas México-Estados Unidos. En 2008 se completó la *geodatabase ArcHydro* para agua superficial y calidad del agua en la cuenca binacional del río Bravo, y se inició la creación del modelo de datos para las cuencas del Colorado y del río Tijuana. Asimismo, comenzó el diseño de la estructura para almacenar la información de agua subterránea a lo largo de toda la frontera. A la fecha se cuenta con el modelo de gestión para la cuenca del río Bravo en ambos países. Con los resultados del proyecto, que se desarrolla con Fondos Sectoriales CONACYT-CONAGUA, es posible modelar escenarios de manejo de agua en periodos de escasez o abundancia.

## ***Tratamiento de agua por electrocoagulación***

Con innovación tecnológica producida en el Instituto, se diseñó y construyó un prototipo de planta móvil de acondicionamiento de agua mediante electrocoagulación, con capacidad de 1 l/s. Este prototipo permite el estudio de diversas condiciones de tratamiento de agua, con la finalidad principal, más no única, de acondicionarla para su uso en torres de enfriamiento. La planta prototipo cuenta con: un reactor de electrocoagulación a flujo pistón; electrodos de aluminio; una fuente de poder de corriente directa con capacidad para invertir la polaridad a intervalos de tiempo seleccionables; una unidad de floculación-sedimentación, y dos filtros que pueden trabajar en serie o en paralelo. La unidad de floculación cuenta con un sistema de agitación diseñado para adaptar

su uso a diferentes tratamientos de agua, como: tratamiento por coagulación química con gradientes tradicionales; remoción de arsénico con gradientes mayores a los utilizados por sistemas convencionales, y remoción de sílice por contacto en lecho de lodos.



Vista de la unidad de floculación-sedimentación, Jiuতেpec, Morelos.

## ***Prototipo biofiltro+humedal para tratamiento de aguas residuales***

Se desarrolló el prototipo biofiltro+humedal, sistema compacto que combina ambas técnicas para tratar el agua residual de pequeñas unidades domésticas, con cuatro habitantes, en promedio. El sistema se compone de un tanque de almacenamiento del agua residual, un biofiltro sobre cama de material orgánico y un humedal de flujo subsuperficial. El efluente del humedal tiene las siguientes características promedio: 5 mg/l de DBO<sub>5</sub>, 21 mg/l de DQO, 10 mg/l de SST, 21 mg/l de NT y 4 mg/l de PT. El sistema, al ser pequeño, puede ser ubicado en la parte posterior de una casa-habitación o unidad habitacional donde

se desee hacer el tratamiento. Además, las plantas del humedal permiten su adaptación con el jardín, de manera que no den la imagen negativa que en ocasiones proporciona una planta de tratamiento convencional.



Tratamiento de aguas residuales domiciliario:  
Biofiltro+humedal.



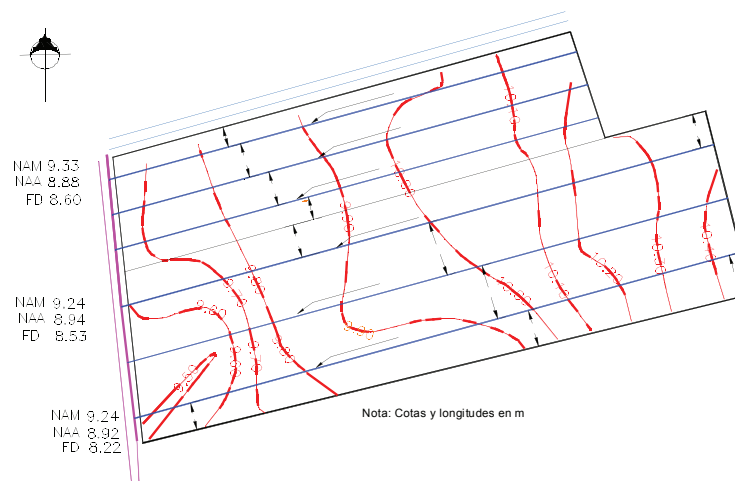
## ***Evaluación del prototipo BIOSTAR-1 para tratamiento de aguas residuales***

Se realizó la evaluación del funcionamiento del prototipo BIOSTAR-1, tecnología desarrollada en el IMTA, para el tratamiento de aguas residuales en diferentes condiciones de operación. El proceso consiste en la biodegradación aerobia de los contaminantes orgánicos presentes en el agua residual usando un lecho sumergido de biocinta en constante movimiento rotatorio alrededor de un eje vertical. A diferentes cargas orgánicas el prototipo permitió remover de 73-96% de DQO, 80-99.5% de DBO, 80-99% de SST, 79-99% de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, 69-73% de NT, 38-44% de PT, así como 90-99% de microorganismos patógenos medidos como coliformes fecales. Se obtiene un efluente de alta calidad (concentraciones bajas de SST, DQO,

NT y P), con una turbiedad <5 UTN que garantiza la efectividad de una desinfección con lámparas UV y permite el aprovechamiento del agua tratada en servicios al público.

## ***Evaluación en sistemas de drenaje agrícola subterráneo***

Para evaluar de manera sistemática los procesos involucrados en el drenaje agrícola subterráneo usando modelos de simulación, el Instituto estableció una parcela experimental de 8.5 ha en el distrito de riego 075 Río Fuerte, Sinaloa, para obtener información que permita determinar y validar parámetros de los modelos. En esta parcela se realizó la caracterización hidrodinámica del suelo, se estableció y dio seguimiento al cultivo de trigo, se monitorearon y modelaron los riegos de auxilio y eventos de drenaje asociados. Con base en los resultados se obtuvieron



Diseño de la parcela experimental de drenaje en el distrito de riego 075, Río Fuerte, Sinaloa.



recomendaciones para el control de la salinidad en las parcelas a través de técnicas de drenaje. En particular, en relación con la aplicación de los requerimiento de lavado a través del incremento de las láminas de riego en aproximadamente 20% para el cultivo del trigo.

## ***Gobernanza del agua***

La gobernanza del agua es el proceso en el que se articulan los intereses de la sociedad y de los aparatos gubernamentales para identificar responsabilidades y obligaciones, así como mediar las diferencias en los asuntos relacionados con la gestión del agua.

El IMTA desarrolló una metodología para la estimación de indicadores de gobernanza del agua enfocados a su gestión en regiones hidrológicas. Los principales indicadores considerados son: voz y rendición de cuentas, estabilidad política y ausencia de violencia, efectividad gubernamental, gobierno de la ley, calidad regulatoria y control de la corrupción. Como parte de la metodología se diseñó y aplicó una encuesta en dos secciones. La primera, dirigida a abordar la gestión del agua a nivel local, se aplicó a 81 casos en municipios de la cuenca del río Balsas: Cuautla, Mor.; Ixtapan de la Sal, Méx., y Tlapa, Gro. La otra, orientada a los problemas de saneamiento, se aplicó a 225 casos en Tlaxcala, en diversas localidades de la cuenca del río Atoyac.

Los indicadores muestran que hay obstáculos que limitan la capacidad de gestión de los involucrados: 19.8% mencionó conocer la Ley de Aguas Nacionales, 4.9% la Ley Estatal del Agua y 7.6% ha oído mencionar al Consejo de Cuenca. Un 69.2% afirmó que no recibe información suficiente sobre la situación del agua. Respecto al manejo del recurso,

el 37.4% considera que las tarifas son adecuadas, en tanto que el 47% piensa que son insuficientes. Resalta que aun cuando el 70% opina que el agua recibida es de buena calidad, el 80% prefiere comprar garrafones de agua para su consumo; 35.8% tiene al servicio de agua como pésimo o malo, en tanto que el 34.2% lo considera bueno. El 50% aprecia que se toma en cuenta a los usuarios para las decisiones. Sobre la percepción de corrupción, un 39.7% consideró que existe y, de éste, el 47.2% asevera que nunca impone sanción.

El análisis de los indicadores muestra que en la cuenca del río Balsas, tanto en el ámbito local como regional, aún se manifiesta una condición alejada de los supuestos considerados por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo para una buena gobernanza del agua.

## ***Observatorio de conflictos por el agua en México***

En el observatorio de conflictos por el agua se recopila y sistematiza la información relativa a conflictos asociados con la gestión del agua, obtenida a partir de fuentes periodísticas. A la fecha, se han registrado doscientas situaciones de conflicto en una base de datos en la que se relacionan temas, tipos, causas y lugares donde ocurren.

De la información clasificada hasta el momento se desprende que el 48% de los conflictos se origina por el tema de agua potable: 15% por incremento de cuotas y 9% por desabasto. Otros tópicos que generan

mayor conflictividad se relacionan con: alcantarillado, 11.5% e irrigación agrícola 10 por ciento.



El observatorio es una herramienta que apoya la labor de los tomadores de decisiones para monitorear, prevenir y revertir conflictos que se presentan en la gestión del agua.

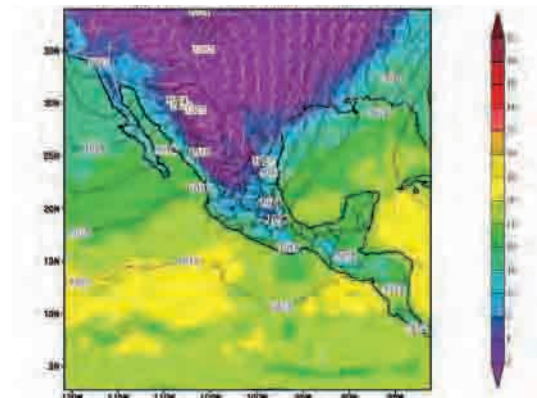
## ***Afiliación a la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet 2 (CUDI) e inicio de operaciones***

El IMTA se incorporó, a partir de febrero de 2008, como afiliado académico de la CUDI en México, entidad

que opera esta red académica de telecomunicaciones de alta velocidad y características especiales para aplicaciones de investigación y desarrollo tecnológico en el país, con la finalidad de fomentar y potenciar la colaboración entre sus 150 miembros. La red inició en el IMTA con trabajos asociados a la hidrometeorología y a los servicios que ofrece el Centro de Conocimiento del Agua, con lo que se mejoraron las capacidades de telecomunicaciones y la difusión de resultados del Instituto.



Columna vertebral de Internet 2



Simulación de temperatura asociada al frente frío 16 utilizando el modelo MM5, válido para las 6:00 A. M. del 10 de diciembre de 2008.



# Asesoría y desarrollo tecnológico

## Colaboración con la SEMARNAT

### *Creación de la Biblioteca Digital SEMARNAT*

Se creó la Biblioteca Digital SEMARNAT con el propósito de transparentar y facilitar el acceso de la ciudadanía a la información ambiental, generada por la Secretaría. Esta biblioteca se aloja en el Centro de Conocimiento del Agua (CENCA) del Instituto (<http://cenca.imta.mx>).

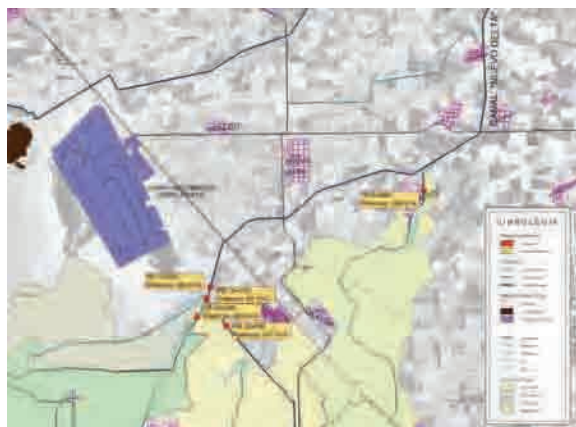
En la primera etapa se incorporaron los acervos bibliográficos del CENCA, del Centro de Información para la Gestión Ambiental y del Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable, de la SEMARNAT. Con ello, se agruparon 28,862 registros, de los cuales 25,500 se vinculan con los respectivos documentos digitalizados. Asimismo, se elaboró un manual de procedimientos bibliotecarios con el fin de normalizar los procesos de los centros de información que conforman la biblioteca y se capacitó al personal en la administración del sistema y en los procedimientos de catalogación, clasificación e indización.

En la siguiente etapa, se incorporarán otras bibliotecas de la SEMARNAT, se estandarizarán los registros bibliográficos e implementarán nuevos servicios de información digitales.

## Colaboración con la Comisión Nacional del Agua

### *Operación segura del Canal Nuevo Delta, distrito de riego 014 Río Colorado, Baja California*

En los últimos años el canal Nuevo Delta, fundamental en la operación del distrito de riego, ha presentado hundimientos sistemáticos desde 0.4 m hasta 2.5 m en un tramo de 16 km de longitud. Para solucionar este problema, desde 1985 hasta 2004, se sobreelevaron sus bordos en diferentes tramos con objeto de garantizar el suministro de agua para las poblaciones y las zonas de riego. Con el fin de contrarrestar los efectos del hundimiento del canal Nuevo Delta y de reducir el riesgo de ruptura, el IMTA realizó un análisis de alternativas de tecnificación cuyos resultados indican que es necesario bajar de manera inmediata los niveles de operación y construir, en una primera etapa, cinco plantas de bombeo con una potencia máxima de 1,300 kv, las cuales permitirán abatir al menos 2 m el nivel de operación en la zona de máximos hundimientos. En una segunda etapa se propone modernizar y tecnificar la zona de riego de tres módulos mediante sistemas de alta y baja presión, compactar áreas de riego y reconvertir el patrón de



Ubicación del Canal Nuevo Delta.

cultivos actual. En 2008, el IMTA concluyó el proyecto ejecutivo de la primera planta de bombeo y brindó apoyo técnico a la CONAGUA en la construcción del cárcamo de bombeo.

## ***Análisis de la infraestructura hidráulica de alcantarillado y saneamiento en Acapulco de Juárez, Guerrero***

Para la ciudad de Acapulco de Juárez se realizó un análisis de la infraestructura hidráulica de alcantarillado y saneamiento; se llevó a cabo una

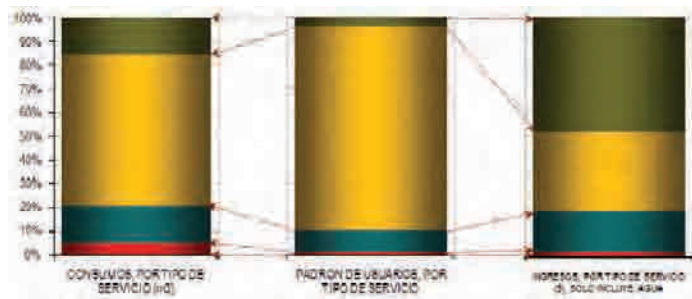


Construcción de la planta de bombeo del km 19+200.

evaluación de la calidad bacteriológica del agua en fuentes de abastecimiento para consumo humano; y se elaboró un plan de acción para que el organismo operador alcance, en el mediano plazo, la sustentabilidad técnica y financiera. Entre las acciones propuestas destacan la reestructuración del organismo debido a la duplicidad de funciones y al exceso de personal, la ciudadanización del consejo de administración y las siguientes recomendaciones técnicas: rehabilitar y ampliar la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento; reducir



Falta de equipo de protección.



Los usuarios domésticos son los que más consumen y menos pagan.

y controlar las pérdidas físicas, así como disminuir pérdidas comerciales con el fin de generar ingresos suficientes para la sustentabilidad técnica y financiera del organismo.

## ***Inventario Nacional de Obras de Protección***

El conocimiento sobre las obras de protección en cauces brinda la información necesaria para asegurar las obras de infraestructura hidráulica contra daños por crecientes. Asimismo, estos datos son indispensables para determinar los presupuestos para la conservación de las obras y valorar los beneficios a favor de las poblaciones y áreas productivas. Sin embargo, la información disponible tiene serias limitantes atribuibles a la antigüedad de las obras y a la reducción del número de técnicos encargados, la pérdida de expedientes de obras, la carencia de espacios físicos de archivos y memoria histórica y escasa tecnología de registro y seguimiento de obras. Para ayudar a enfrentar esta problemática, la CONAGUA encargó al IMTA elaborar un inventario de obras de protección a nivel nacional. Para ello, la mejor fuente

de información fueron las direcciones locales de la CONAGUA a las que se solicitó información acerca de las obras de protección a su cargo. Se recopiló información con detalle de 1,200 obras de control entre presas, bordos y encauzamientos. Se visitaron cerca de cien obras para verificar su información de gabinete, diagnosticar su estado de conservación y funcionamiento hidráulico, y tomar registros de posicionamiento, fotográficos y de video de obras de protección importantes en el Organismo de Cuenca o en la Dirección Local de la CONAGUA. El inventario se presenta en tres formatos: una base de datos con la información relativa a cada obra de infraestructura; un sistema de información geográfica, tanto en la plataforma del SIGA que emplea la CONAGUA, como



Reforzamiento de cauce con colchacreto.



en el *Google Earth*, y un libro. Se diseñó una ficha de captura electrónica de las obras para registrar las faltantes e incorporar las nuevas, a fin de completar y mantener actualizado el inventario, y una herramienta de rápida localización y recorrido de las obras en el sistema *Google Earth*, sistemas que estarán disponibles en la Comisión Nacional del Agua.

## ***Modelos físicos de obras de excedencia de las presas Vista Hermosa, Jalisco y El Hervidero, Colima***

Dentro de las instalaciones del laboratorio de hidráulica *Enzo Levi*, se realizaron dos modelos físicos de las obras de excedencias de las presas Vista



Modelo físico del vertedor de la presa El Hervidero, Colima.  
Funcionamiento para gasto máximo  $Q = 307 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Hermosa, Jalisco y El Hervidero, Colima. Mediante ellos se revisó y analizó el comportamiento del flujo sobre cada vertedor, y se estableció una serie de recomendaciones a través de diversas adecuaciones al diseño. Para la presa Vista Hermosa se recomendó modificar la sección transversal y ampliar el ancho del canal colector (de 10 a 13 m), y en el caso de la presa El Hervidero se propone cambiar el nivel de plantilla y ampliar el ancho del canal colector pasando de 8.5 a 10 m. Estos ajustes, obtenidos mediante investigación experimental, representan cambios sustantivos en los datos del proyecto y garantizan la seguridad de la obra.

## ***Preinversión de la planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco de Tula, Hidalgo***

Se realizó el estudio de preinversión de la planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco de Tula, proyectada para tratar  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  del agua residual proveniente de la zona metropolitana de la ciudad de México, que representa casi el 50% del volumen generado. El estudio contempla una propuesta de ingeniería básica que incluye caracterización, aforo y pruebas de tratabilidad de las aguas residuales que llegarán a la planta de tratamiento. Se seleccionaron seis sitios de muestreo para la época de estiaje: Vaso de Cristo; estación de bombeo de CONAGUA; río El Salto, Estación la Virgen, antes de entrar a túneles;



Pruebas de tratabilidad: Sedimentación primaria.

Gran Canal después del canal Cartagena; río de la Compañía y Gran Canal, en la intersección con el río De los Remedios (Km 10+600). Para la época de lluvias se incluyó un séptimo sitio: Portal de Salida.

## ***Trabajos previos a la construcción de la presa El Zapotillo, Los Altos, Jalisco***

La construcción de la presa El Zapotillo se localiza sobre el Río Verde, en los límites de los municipios de Yahualica de González Gallo y Cañadas de Obregón, ambos del estado de Jalisco. La CONAGUA, a través del Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico, convino con el IMTA la ejecución de un proyecto integral de estudios básicos, topográficos y sociales; en particular los trabajos relacionados

con el levantamiento topográfico de la poligonal envolvente de las superficies que ocupará el embalse, zonas federales y de protección, así como el contacto y comunicación con la población con miras a la recopilación e integración de documentos que forman los expedientes de los dueños de los predios afectados por la construcción de la presa. Las actividades de este proyecto concluirán en 2009.

Además de lo anterior, se brindó apoyo técnico para lograr la integración de los proyectos ejecutivos para la construcción de carreteras, puentes y líneas de transmisión afectadas por la obra, así como para la reubicación de los centros de población para Acásico y Palmarejo que se inundarán por el llenado de la presa.

Este proyecto es multianual, y a la fecha se continúa con la entrega a la CONAGUA de expedientes, se ha realizado un total de 1,190 visitas a afectados por la obra y se ha concluido la poligonal topográfica, base del decreto de expropiación.



Topografía del área de embalse de la presa El Zapotillo.



## Reestructuración del sitio web del área de medición de presas

Para aumentar la eficacia y utilidad de la medición de caudales de presas se mejoró el sistema de monitoreo gracias a la reestructuración del sitio web (<http://cna.imta.mx>) el cual, además de contar con una versión más amigable, presenta una mejoría en cuanto al despliegue de los datos que ahora se muestran gráficamente. Por otro lado, el nuevo sitio permite efectuar reportes de fallas vía Internet.



Portal del sistema para monitoreo de presas

## Certificación y acreditación de inspectores

Se llevó a cabo la certificación y acreditación de cuarenta inspectores de la Subdirección General de

Administración del Agua, adscritos a organismos de cuenca y direcciones locales de la CONAGUA, en muestreo de descargas de agua residual a cuerpos receptores de propiedad nacional con base en un sistema de gestión de la calidad, con la finalidad de obtener el acreditamiento en muestreo y aforo de descargas de agua residual ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. (EMA).

Se instruyó a 39 inspectores en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*, se actualizó a 36 inspectores en la ejecución de muestreo de agua residual en descargas a cuerpos receptores y en la medición de parámetros de campo.

El IMTA certificó en competencia laboral a 34 inspectores en la norma de muestreo. Con ello se contribuyó a la actualización profesional del personal que desempeña estas funciones.



Inspectores en evaluación para la Certificación de la Competencia Laboral, por parte del IMTA.



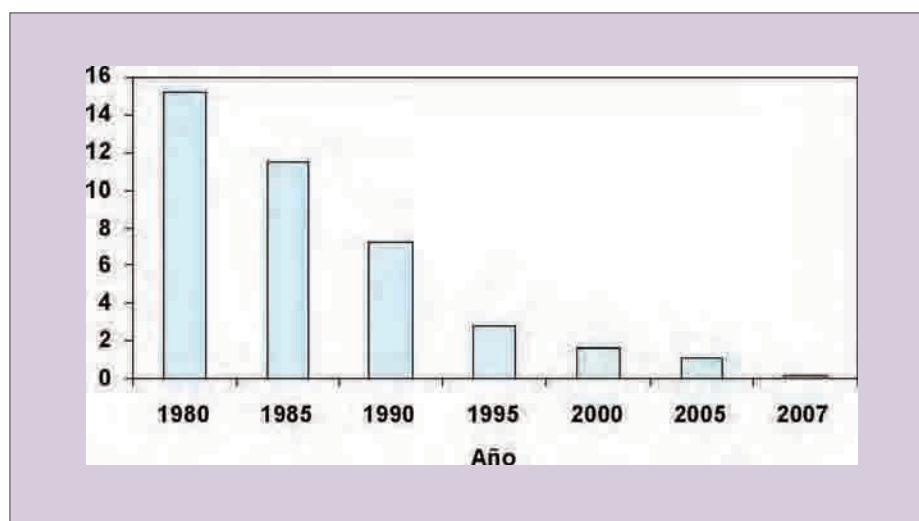
## Programa Agua Limpia

Se evaluó la ejecución y resultados del Programa Agua Limpia, a cargo de la CONAGUA, y cuyo principal propósito está en asegurar la calidad del agua para consumo humano. Las conclusiones de este trabajo comprueban que programas como este son relevantes, dado que han mostrado resultados favorables, coadyuvando en la disminución de las tasas de mortalidad y morbilidad por enfermedades infecciosas gastrointestinales, principalmente en menores de cinco años y en localidades con alto y muy alto índice de marginalidad. No obstante, el problema persiste, por lo que es necesario continuar el fortalecimiento en la cobertura de desinfección del agua de consumo y ampliar las actividades a rubros tales como la vigilancia de cultivos irrigados con agua de reúso e implementar acciones para asegurar la calidad química del agua suministrada a la población.

## Evaluación ex post de tres proyectos

El Instituto realizó la evaluación ex post de tres proyectos: Presa Ortega para control de avenidas, Irapuato, Gto.; Zona de riego El Comalillo, Hgo., y Zona de riego y red de drenaje del río Coahuayana, Colima. El procedimiento consistió en una comparación cuantitativa y cualitativa entre lo planificado y lo realizado, mediante el análisis de factores técnicos, sociales y financieros que intervinieron en la consecución de los logros del proyecto.

Como resultado, se obtuvo un análisis costo beneficio de la situación actual respecto del proyecto original, la estimación del impacto social del proyecto original en la zona de estudio y la revisión técnica, la identificación del grado de operación y funcionalidad de las obras de infraestructura que se concluyeron.



Tasa de mortalidad por enfermedades diarreicas en los quinquenios de 1980 a 2005 y en el año 2007, en la República Mexicana.



Además de la evaluación ex post, se plantearon propuestas dirigidas a mejorar el desempeño de cada uno de los proyectos, concretamente durante el tiempo restante de su operación, así como recomendaciones para identificar la falta de alineación en el ciclo de los proyectos, con el fin de mejorar el proceso de evaluación ex ante de los proyectos y programas hidroagrícolas y de control de inundaciones que implementa la Comisión Nacional del Agua.

## ***Sistema de cómputo para la evaluación de proyectos hidroagrícolas***

Para unificar los criterios de evaluación socioeconómica de proyectos hidroagrícolas nuevos, se diseñó un sistema de cómputo basado en la aplicación del modelo y la norma correspondientes. Antes que en los procesos de cálculo, el sistema centra sus capacidades en facilitar los procesos de validación. También, se elaboraron los correspondientes manuales de usuario y de instalación del sistema.

Mediante cuatro cursos impartidos en el Instituto, se capacitó a 25 evaluadores de los organismos de cuenca y las direcciones locales en el manejo y aplicación del sistema a casos reales.

## ***Dictamen sobre factibilidad técnica, económica y ambiental del proyecto Zona de mitigación y rescate ecológico en el lago de Texcoco***

Para cumplir con las disposiciones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la CONAGUA solicitó al IMTA dictaminar la factibilidad técnica, económica y ambiental del proyecto *Zona de mitigación y rescate ecológico en el lago de Texcoco*. Del análisis del proyecto y la documentación complementaria se concluye que es factible, desde un punto de vista técnico y ambiental, la estrategia contemplada para disminuir, mitigar o controlar las tolvaneras mediante pastización y cortinas rompevientos con el apoyo de sistemas de riego y drenaje. Esta estrategia se sustenta en la metodología que desde 1971 se aplica en el Programa de Rescate Hidroecológico del Lago de Texcoco. El análisis de los costos y beneficios del proyecto indicó que su rentabilidad mantenía valores aceptables, aun ante eventualidades que impliquen algunos incrementos en los costos de inversión, operación y mantenimiento, por lo tanto el proyecto se declaró también factible económicamente.



## Colaboración con la Comisión Federal de Electricidad

### Trabajos derivados de la contingencia en el río Grijalva

- **Aforo del canal construido para restablecer el flujo entre las centrales hidroeléctricas Peñitas y Malpaso**

El 4 de noviembre de 2007 ocurrió un deslizamiento en la ladera derecha del río Grijalva, en Chiapas, entre las centrales hidroeléctricas Ángel Albino

Corzo (Peñitas) y Nezahualcóyotl (Malpaso), que obstruyó el cauce del río y formó una ola de unos 50 m de altura que arrasó con el poblado San Juan del Grijalva en el municipio de Ostuacán, Chiapas. En atención a esta contingencia se construyó un canal para restablecer el flujo de agua. Con la finalidad de conocer la magnitud de dicho flujo, el Instituto estableció para la CFE un sistema de aforo del tipo ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) montado en una pequeña embarcación. Como parte de estos trabajos se realizaron cinco campañas de medición con aforos cada tres horas durante siete días.

Posteriormente y con el fin de aforar de manera continua, se diseñó e instaló un sistema fijo del tipo acústico de efecto *Doppler* de la marca ADCP-SL de 0.5 Mhz, montado en un costado del canal. El equipo se instaló en una sección del río con una profundidad máxima de 14 m y un ancho de 180 m. Para asegurar el correcto aforo del caudal, de acuerdo con las recomendaciones establecidas en la norma ISO/TS 24154, se realizó la calibración del sistema en campo. La incertidumbre expandida ( $p = 0.95$ ) del sistema en la determinación del caudal fue de 7.8 por ciento.



Aforos en el canal San Juan de Grijalva.



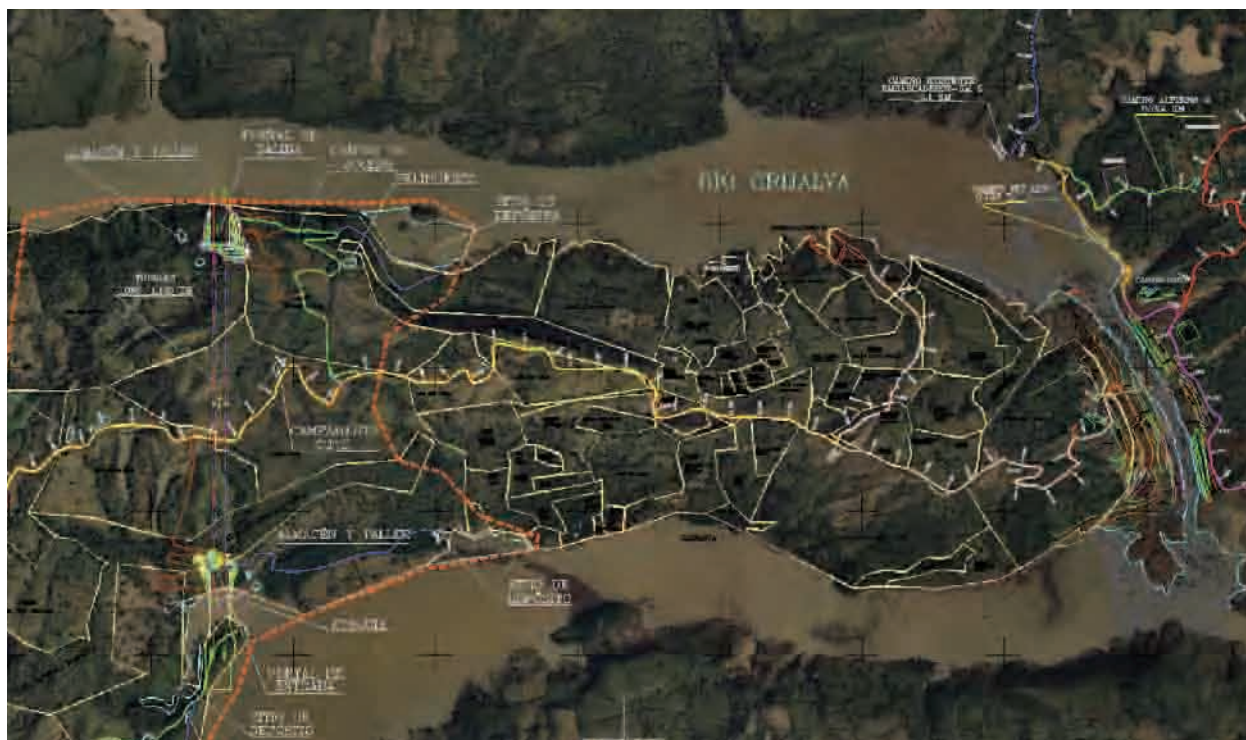
Aforos en el canal San Juan de Grijalva.



- **Dictamen de factibilidad ambiental para el proyecto Contingencia Río Grijalva-túneles de conducción-desastres naturales**

Derivado de la situación antes descrita, se realizó el dictamen de factibilidad ambiental para el proyecto *Contingencia Río Grijalva-túneles de conducción-desastres naturales*, cuyo objetivo fue determinar la factibilidad ambiental de la construcción de dos túneles de conducción de sección portal de 14.0 x 14.0 m cada uno con una longitud aproximada de 1,140.13 m, diseñados para transitar una avenida con un gasto de entrada de aproximadamente 1,500 m<sup>3</sup>/s y revestidos con concreto hidráulico

en la plantilla y con concreto lanzado en bóveda. El volumen de los materiales de extracción se estimó en 1,526,000 m<sup>3</sup>. El estudio determinó la factibilidad ambiental correspondiente a los túneles de conducción una vez que se tomaron en cuenta la atención interinstitucional de la emergencia, las instalaciones en el sitio (campamentos y maquinarias), las capacidades de manejo de materiales producto de la excavación y el apego a la normatividad ambiental y su cumplimiento secuenciado y continuo durante las tres etapas previas: 1<sup>a</sup>) excavación de un canal sobre el cauce, 2<sup>a</sup>) ampliación de la plantilla del canal anterior y 3<sup>a</sup>) excavación de una zanja-dren y una galería de drenaje en la ladera derecha para drenar de forma eficiente, a través de una red de barrenos, la masa deslizada que no se precipitó al río. La construcción de estos túneles representa la cuarta etapa de atención al deslizamiento.



Sitio de estudio de factibilidad ambiental de la construcción de túneles en el río Grijalva, Chiapas.



- **Comité Interinstitucional para Atención de la Contingencia en San Juan de Grijalva**

A partir del deslizamiento de suelos en San Juan de Grijalva, el gobierno de la República estableció un comité técnico, encabezado por la CFE e integrado por las instituciones y expertos más destacados en ingeniería hidráulica, para atender y dar seguimiento a esta contingencia, hasta su solución.

El Instituto participó en el análisis de información, integración de datos de medición, pronóstico meteorológico de corto y mediano plazos, recomendaciones para el drenado de la masa desplazada, entre otras acciones. La contribución del IMTA, aunada al aporte de otras instituciones, mereció un reconocimiento de la Unión de Asociaciones de Ingenieros de México.



## ***Estudios para el aprovechamiento hidráulico integral de usos múltiples en el Sistema Ambiental Regional Paso de la Reina, Oaxaca***

La cuenca del río Verde, en cuyo cauce se sitúa el proyecto Paso de la Reina, pertenece a la Región Hidrológica Núm. 20 y drena un área de 18,277,00 km<sup>2</sup>. La CFE ha reconocido su potencial hidroeléctrico y por ello ha planteado, entre otros, estudios de factibilidad ambiental por presentar condiciones favorables en cuanto a disponibilidad de agua, geología aparentemente adecuada y esquemas hidroeléctricos convencionales. Este tipo de proyectos debe someterse a una Manifestación de Impacto Ambiental regional para dictamen de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Con el propósito de asegurar la sustentabilidad del proyecto, se convocó al IMTA a realizar un conjunto de estudios para integrar un diagnóstico que permita conocer el estado que guarda el medio ambiente en la zona del proyecto, así como identificar, describir y evaluar preliminarmente los impactos ambientales en las áreas de afectación directa y en las de influencia.

Para ello, se realizaron los correspondientes estudios hidrológicos, hidrogeoquímicos, fluviales, de



hidrodinámica lagunar-costera, de manejo de cuenca, de los sistemas de riego, de caudal ecológico, de calidad del agua superficial, de contaminación difusa de las lagunas de Chacahua, además del desarrollo del sistema de información geográfica.

Con estos trabajos la CFE cuenta con información detallada como sustento para las siguientes etapas del proyecto.

### • Estudios hidrológicos

Al considerar como escenario la existencia de tres embalses sobre el río Verde, dos de los cuales tendrán uso no consuntivo (Paso de la Reina y presa Cambio de Régimen) y otro ya existente (Derivadora Flores Magón) se debe tomar en cuenta la modificación en el transporte de sedimentos en el sistema. En ese sentido, se caracterizó cualitativa y cuantitativamente el régimen hidrológico del río Verde, antes y después de la operación de la presa Flores Magón. El escurrimiento medio anual en Paso de la Reina se calculó en 5,071,7 hectómetros cúbicos.



Secciones levantadas en río Verde.

### • Hidrología subterránea

El agua que captan los pozos de ambas márgenes del río es de origen pluvial proveniente de las zonas montañosas de la cuenca del río Verde. En la porción localizada al sur de San José del Progreso, los pozos captan componentes importantes de agua subterránea que ha sufrido evaporación intensa antes de infiltrarse, producida por retornos de riego y/o riego rodado. Existe evidencia en un pozo de la población de Chacahua de la existencia de flujos subterráneos profundos, provenientes de zonas elevadas de las partes montañosas. Los estudios isotópicos indican que la recarga del acuífero en la zona del distrito de riego proviene fundamentalmente del río Verde.



Perforación de piezómetros.



- **Estudios hidrogeoquímicos**

Incluyeron sondeos transitorios electromagnéticos, un censo de aprovechamientos, nivelación de brocales, pruebas de bombeo, la caracterización geoquímica e isotópica de aprovechamientos de agua subterránea, fotogeología de la zona de estudio, perfiles de salinidad en la vertical y la construcción de pozos de monitoreo. Los resultados establecen que el acuífero está limitado por rocas ígneas y metamórficas que funcionan como barreras laterales al flujo del agua subterránea.



Muestro de aguas subterráneas.

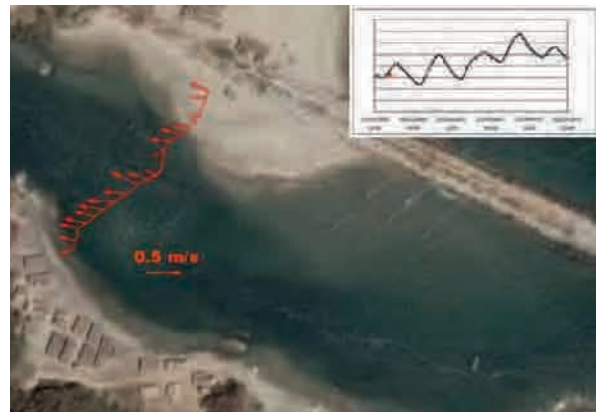
- **Estudios fluviales**

Otro elemento de juicio en el análisis de los impactos del proyecto sobre el río Verde es la caracterización de los escurrimientos bajo las condiciones actuales. Para ello es fundamental conocer el tipo de material que conforman las márgenes y el lecho del río, así como el comportamiento del flujo en los diversos tramos. Se muestrearon y analizaron más de trescientos sitios, encontrándose en proceso el análisis de resultados. Además, se generó la topobatimetría faltante en

siete secciones y se obtuvieron sus características hidráulicas, mismas que alimentan al modelo *HEC-RAS*. Se trabaja en la determinación las zonas de erosión y acumulación bajo diversas condiciones de escurrimiento; toda esta información se emplea para calibrar el modelo hidrodinámico y ajustar los escenarios de modificación del patrón de los escurrimientos en el río Verde por la presencia del proyecto hidroeléctrico.

- **Hidrodinámica lagunar-costera**

Se realizaron mediciones sistemáticas de las variables ambientales (físicas y geológicas) y la modelación hidrodinámica del frente costero y del sistema Chachua-Pastoría. Durante septiembre se observaron escurrimientos importantes del río Verde hacia el mar y de la cuenca hacia las lagunas de Chachua y Pastoría. Es indiscutible el aporte a la productividad pesquera que significa el flujo de sedimentos del río Verde a la zona costera y la contribución de agua dulce a las lagunas.



Distribución de velocidades en la boca, septiembre 2008.



- **Calidad del agua**

Con base en los criterios de la Ley Federal de Derechos se analizaron las tendencias históricas de varios parámetros de calidad del agua registrados por la Red Nacional de Monitoreo (RNM) de la CONAGUA, cumpliendo en términos generales lo enunciado en el artículo 224, Lineamientos de Calidad del Agua; sin embargo en el cauce se advierte un aumento en conductividad y en ocasiones de color. Esto se debe a las descargas de aguas residuales y al cambio de uso de suelo. La RNM ha monitoreado el sistema lagunar desde inicios de los años noventa, ya construida la presa derivadora, y a pesar de la disminución del

caudal aportado, cumplen en un 80% del tiempo con los criterios de calidad.

Para estimar el aporte de nutrientes se utilizó el modelo de cuenca *AVGWLF*. Los resultados del mismo permitieron estimar que la aportación promedio anual de nitrógeno y fósforo en el Sistema Ambiental Regional es de 2,183 y 279 toneladas, respectivamente. De esta aportación, el 98.4% de nitrógeno es por fuentes no puntuales y el 1.6% por fuentes puntuales. Con respecto a las fuentes no puntuales, las dos principales aportadoras de nitrógeno y fósforo son las actividades pecuarias, las fosas sépticas y las localidades con baja cobertura de alcantarillado.



Muestreo de la Presa Derivadora



## • Caudal ecológico

Se utilizaron cuatro procedimientos que resultaron con valores muy similares para los flujos extremos bajos, los flujos de estiaje y los flujos altos los métodos de Tennant Modificado, hidroperiodo, la preferencia de hábitats y el PHABSIM. Ello le brinda un buen grado de confiabilidad para el establecimiento de las estrategias de manejo del proyecto; sin embargo, para los caudales de picos de lluvias y picos extraordinarios, las cuatro metodologías señalan valores muy variables, por lo cual deben considerarse con reserva.



Trabajos de aforo en el afluente del río Verde.

## • Manejo de cuenca

Con la construcción de la presa, las unidades de suelo que serán más impactadas son las clasificadas como de baja y muy baja fragilidad, por lo que no se prevén fuertes impactos ambientales en la componente edafológica del SAR que registró las mejores prácticas de manejo. No obstante, es indispensable inducir prácticas de conservación de suelos en toda la cuenca alta de la presa para prevenir su acelerado azolvamiento.

## • Estudios de distrito de riego

El distrito de riego 110 Río Verde Progreso, ubicado en la zona de estudio, tiene una superficie de 13,152 ha en donde la producción del agua oscila entre 2.67 a 3.31 kg/m<sup>3</sup> y el índice de productividad entre 1.10 y 4.63 \$/m<sup>3</sup>. De la evaluación y determinación de indicadores productivos de este distrito, se concluye que de una superficie de 14,248 ha, 13,395 son susceptibles de incorporarse al riego, sin que esta actividad afecte a la flora y fauna actuales.



Zona de riego actual y zona potencial a incorporarse al riego.

## • Sistema de información geográfica

Se aplicaron criterios para la implantación de sistemas integrados (multidisciplinarios) de información geográfica con énfasis en el cuidado del medio ambiente, con el fin de generar mapas de uso de suelo y vegetación con base en imágenes tomadas en 2003, 1998, 1997, 1986 y 1979, además de un sistema de información geográfica con información



de cartografía básica y temática, en proceso de desarrollo.

## Colaboración con Petróleos Mexicanos

# ***Sistema de tratamiento de aguas químicas, para el Complejo Petroquímico Pajaritos (CPP)***

Se realizó un estudio en el sistema de tratamiento de aguas químicas para caracterizar los efluentes finales de cada una de las plantas de proceso del complejo



Monitoreo de corrientes en el Complejo Petroquímico Pajaritos.

petroquímico. Para ello, se realizaron las acciones siguientes: caracterización de todas las descargas del complejo, con lo que se evidenció que el CPP cumple con la normatividad vigente (NOM-001-SEMARNAT-1996); monitoreo de los parámetros que marca la Declaratoria para el Control de las Descargas de Aguas Residuales al río Coatzacoalcos y sus afluentes, que entrará en vigor en 2013, y se determinaron los parámetros que no cumplen con la misma para llevar a cabo las medidas correctivas antes de la fecha indicada.

También, se efectuó el balance general de agua del CPP, que incluyó la cuantificación del consumo de primer uso en las diferentes actividades del complejo: enfriamiento, proceso, generación de vapor y usos generales, así como la cuantificación de todas las aguas residuales que genera el complejo; diagnóstico de los sistemas de enfriamiento que incluye la cuantificación de las pérdidas por evaporación, arrastre y purgas de enfriamiento; recomendaciones para mejorar el funcionamiento del sistema y el ahorro



Complejo Petroquímico Pajaritos.



de agua dentro del CPP; diagnóstico de cada uno de los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes, definiéndose, en términos generales, las acciones necesarias para que los sistemas operen correctamente; pruebas de tratabilidad electroquímicas en algunas descargas del CPP, determinándose la factibilidad técnica de la recuperación de sosa y ácido en las descargas estudiadas; 15 modelos computacionales que permiten verificar la operación de los principales sistemas que integran las diferentes plantas de tratamiento de aguas residuales y los sistemas de enfriamiento. Esta herramienta permite elaborar balances de masa para conocer, en cualquier momento, la generación y el aporte de contaminantes en la descarga general del Complejo.

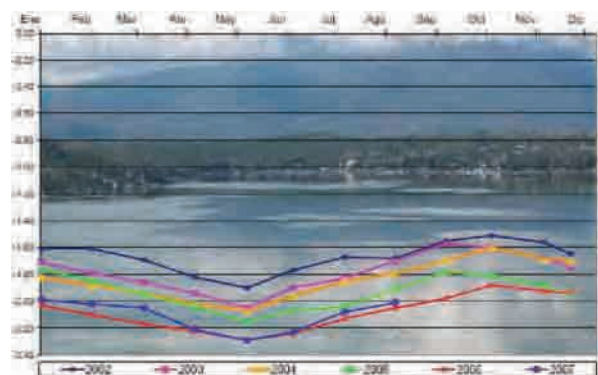
## ***Configuración final y licitación pública de una planta desmineralizadora de agua***

A solicitud de PEMEX Refinación se realiza la asesoría para la configuración final y la licitación pública internacional, correspondientes a la instalación de la planta desmineralizadora de agua UDA-400 en la refinería Héctor R. Lara Sosa, en Cadereyta, Nuevo León. El tren de tratamiento, de 1.66 l/s, consta de microfiltración, ósmosis inversa e intercambio iónico para procesar agua residual tratada.

## **Colaboración con el estado de Morelos**

### ***Programa Hídrico del Estado de Morelos: Visión 2030***

En cumplimiento de los preceptos establecidos en la Ley Estatal de Planeación, se formuló el Programa Hídrico del Estado de Morelos: Visión 2030 con un enfoque de gestión integrada del agua, como un medio para transitar hacia el desarrollo humano sustentable. El programa se realiza con el fin de que la planeación del desarrollo del estado trascienda, definiendo alternativas de solución a largo plazo a los problemas en torno a los recursos hídricos. Refleja la voluntad política de integrar la capacidad de los tres órdenes de gobierno con los esfuerzos de la sociedad



Evolución de los niveles del lago de Tequesquitengo



civil organizada, buscando se garantice a futuro una gobernanza con respecto al agua y a los demás recursos naturales.

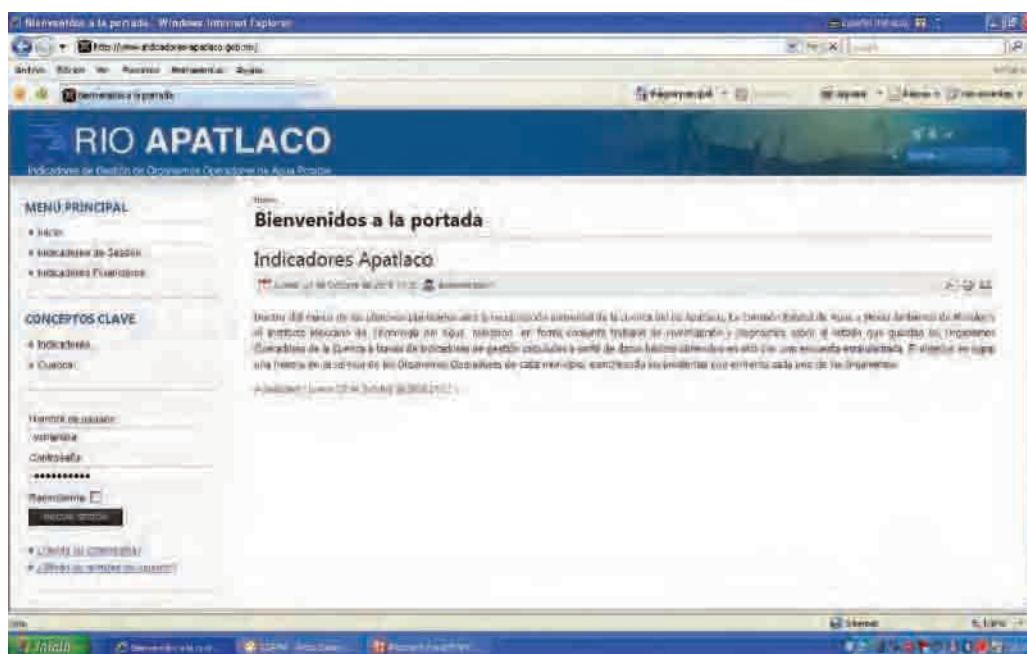
## ***Indicadores para los organismos operadores en la cuenca del río Apatlaco***

Para la Comisión Estatal de Agua del estado de Morelos, se desarrolló un sistema de indicadores apropiado para la cuenca del río Apatlaco con la finalidad de monitorear el desempeño de los organismos operadores de agua potable y así generar políticas y sinergias que contribuyan a mejorar la calidad del

servicio. Como resultado, se determinó que existe un retraso considerable del 34.97% en la macromedición, mientras que la micromedición muestra una cobertura de 25.65%, inferior al promedio nacional de 57.41%. De aquí se derivó la recomendación de impulsar y priorizar un programa de mejora y complementación de la infraestructura de medición en las principales fuentes de abastecimiento.

## ***Operación y mantenimiento de la red agroclimatológica***

A través de un convenio de colaboración realizado entre la Fundación Produce Morelos, A. C., el Instituto



Portal de Internet del sistema de indicadores de gestión de la cuenca del río Apatlaco. ([www.indicadores-apatlaco.gob.mx](http://www.indicadores-apatlaco.gob.mx)).



Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pecuarias, y el IMTA, se implementó la red de estaciones agroclimatológicas del estado de Morelos, conformada por 23 estaciones distribuidas en las principales regiones agropecuarias de la entidad.

En este contexto, se realizó el proyecto *Operación y mantenimiento de la red agroclimatológica del estado de Morelos*, el cual tuvo como objetivo garantizar el funcionamiento óptimo y la integridad física de las estaciones, la transmisión y recepción de los datos en tiempo real, así como el manejo, procesamiento y la publicación de la información a través de Internet (<http://galileo.imta.mx/FUPROMOR>). Con la operación de un programa de mantenimiento se ha alcanzado una eficiencia de 97% en la red, obteniendo con ello una base de datos agrometeorológicos confiables para fines de diagnóstico, pronóstico y toma de decisiones para el manejo de los riesgos climáticos.



Estación agroclimatológica instalada en el INIFAP de Zacatepec, Morelos.

## ***Atención al gobierno del estado de Morelos***

Se participó en el grupo de trabajo que elaboró una propuesta de *Proyecto de Ley de Servicios Públicos de Agua Potable* para el estado de Morelos, así como en el proyecto de exposición de motivos de dicha propuesta, atendiendo la solicitud de la Comisión correspondiente de la Cámara de Diputados de la entidad.

La intervención del Instituto, fundamental y reconocida, aportó la vasta experiencia de sus especialistas en los aspectos mencionados, por lo que finalmente se confeccionó una iniciativa de ley que, de aprobarse, mejorará sustancialmente el marco regulatorio existente en el estado con



Ubicación de las 23 estaciones agroclimatológicas en Morelos.



respecto a los diferentes servicios asociados con el agua potable y la conservación de infraestructura, ya que contempla novedosos y diversos rubros técnicos y administrativos que ubicarían al estado entre los gobiernos de vanguardia en los marcos institucional y administrativo.

## Colaboración con otros estados

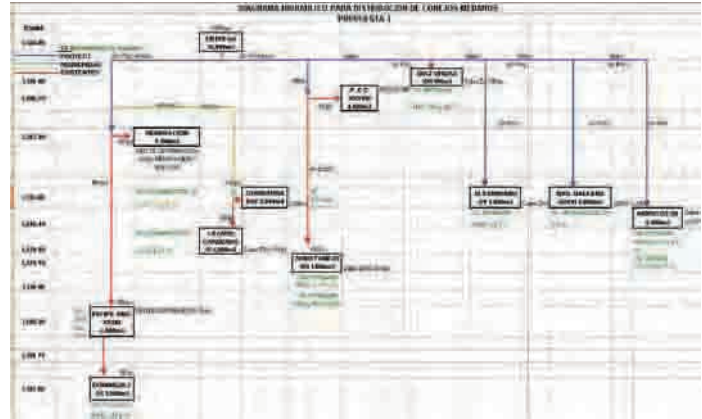
### ***Dictamen y planeación integral de una red de agua potable para la Junta Municipal de Agua de Ciudad Juárez, Chihuahua***

Por encargo de la Junta se llevó a cabo el análisis, el dictamen técnico y la planeación integral del proyecto enfocado a incorporar la aportación de 1,015 l/s a la red de agua potable de Ciudad Juárez, volumen que provendrá del acueducto Conejos-Médanos, en proceso de construcción. El IMTA realizó la reingeniería de la red de distribución actual con el fin de establecer las acciones que garanticen una adecuada integración y aprovechamiento de la nueva fuente de abastecimiento. Al respecto y con base en una serie de análisis técnicos, entre los que destaca el estudio de la confiabilidad ante posibles fallas en las tuberías nuevas de interconexión con el acueducto Conejos-Médanos, se generaron varias propuestas

que incluyen cambios en la operación, cambios en conexiones a tanques, colocación de válvulas y la eliminación de algunos pozos y rebombes. Con estas obras se incrementará el suministro de agua potable a la ciudad y disminuirá la extracción del acuífero Bolsón del Hueco, beneficiando a 650,000 habitantes.

### ***Diseño, construcción y transferencia de un canal de pendiente variable y puesta en operación de 12 módulos didácticos para la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo***

En el marco de un programa para mejorar la infraestructura de su laboratorio de hidráulica, la universidad solicitó al IMTA diseñar, construir y transferir un canal de pendiente variable y poner en operación 12 módulos didácticos. El canal tiene una longitud de 8 m de largo, con una sección hidráulica de 0.30 m de plantilla por 0.50 m de altura. Con él se puede simular una gran cantidad de perfiles hidráulicos ya que, gracias a un sistema hidráulico controlado electrónicamente, es posible modificar su pendiente de negativa a positiva y viceversa. Dispone



Vista de tanque existente.

de un equipamiento de medición que incluye desde un canal Parshall, vertedores, molinete y limnómetro, hasta una compuerta para regular el nivel aguas arriba. Asimismo, cuenta con un medidor electromagnético para medir el flujo suministrado al canal, en circuito cerrado, desde las dos bombas con una potencia de 7.5 HP hasta el canal de descarga aguas abajo del canal de pendiente variable. En lo que se refiere a los 12 módulos didácticos, cuyo objetivo es facilitar el aprendizaje de conceptos básicos de la hidráulica,

se incluye un banco gravimétrico, un módulo de impacto de chorro, un módulo de centro de presión, un calibrador de manómetros, un módulo de flujo en vertedores, un módulo de pérdidas por fricción en tuberías, medidores tipo Ventura, módulo de vórtice y módulo de flujo a través de un orificio, entre otros.

## ***Factibilidad técnica de tratamiento para desmineralizar el agua subterránea***

La Secretaría Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos de San Luis Potosí encomendó al IMTA realizar un estudio de factibilidad técnica de tratamiento para desmineralizar el agua subterránea que se utiliza para riego en el invernadero Santa Rita, localizado en el municipio de Río Verde, S.L.P. El estudio consistió en la caracterización del agua de sus fuentes de abastecimiento y la utilización de



Canal de pendiente variable transferido por el IMTA a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.



simuladores comerciales para predecir la eficiencia de procesos de membrana en la desalinización del agua (IMS-Design®, ROSA®). Se analizaron las ventajas y desventajas de las tecnologías actuales para desmineralizar el agua de pozo, concluyendo como mejor opción la ósmosis inversa. Para comprobar la eficiencia de esta tecnología se realizaron pruebas de tratamiento en la fuente con mayor concentración de sólidos disueltos, empleando una planta piloto de ósmosis inversa con capacidad de un litro por segundo. Los resultados mostraron que el sistema remueve el 99.5% de las sales, con un permeado del 50% del agua tratada. Se consideró además el agua de lluvia como fuente adicional de abastecimiento, para lo cual se realizó el diseño ejecutivo de una planta potabilizadora de clarificación por contacto de sólidos de 60 litros por segundo.



Equipo de ósmosis inversa del laboratorio del IMTA, utilizado en las pruebas de campo, Invernadero Santa Rita, San Luis Potosí.



Vista interior de uno de los invernaderos, San Luis Potosí.

## ***Evaluación de la planta potabilizadora Ciudad del Agua***

El Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, solicitó al IMTA la evaluación del funcionamiento de la planta potabilizadora *Ciudad del Agua* de 2,500 l/s, y la evaluación energética de 18 equipos en cuatro estaciones de bombeo. Los resultados mostraron que el agua tratada cumplió en época de estiaje con los límites permisibles de la modificación a la NOM-127-SSA1-1994, y que el diseño de la potabilizadora es adecuado para la remoción de hierro y clarificación convencional. Sin embargo, la información histórica de calidad del agua de la fuente muestra presencia de manganeso en época de lluvias, el cual no podrá ser removido eficientemente con este tipo de sistema. En algunos equipos de bombeo se obtuvieron eficiencias y gastos inferiores a los esperados, de acuerdo con sus curvas características. Se formularon las recomendaciones necesarias para resolver los problemas encontrados tanto en la potabilizadora como en las estaciones de bombeo.



Unidad de floculación-sedimentación de la potabilizadora



## **Mitigación de escurrimientos torrenciales en Belisario Domínguez, Motozintla, Chiapas**

A solicitud del Organismo de Cuenca Frontera Sur se diseñaron y realizaron acciones conservacionistas con el propósito de contrarrestar los impactos adversos de los escurrimientos torrenciales en la población Belisario Domínguez, ubicada en la cuenca del río Huixtla, originados por las altas precipitaciones que se agudizan por la ocurrencia de huracanes. Se ejecutaron en total veinte obras: 15 represas filtrantes de gavión, dos espigones para protección y estabilización de taludes, dos represas filtrantes de mampostería y un colchón hidráulico.

Los trabajos conservacionistas realizados en esta cuenca son replicables en una superficie de 1,120,900 ha que conforman la Costa de Chiapas y en la que se presentan condiciones similares.



Represa filtrante de gavión. Espigón para protección de viviendas y talud de cauce.

## **Control de lirio acuático en un tramo del río Santiago, para la Comisión Estatal del Agua (CEA) de Jalisco**

La CEA de Jalisco solicitó una prueba demostrativa para aplicar una nueva biotecnología de control de malezas acuáticas desarrollada por el IMTA, la cual consiste en el uso combinado de insectos y patógenos específicos del lirio. Para ello, la CEA determinó un tramo de aproximadamente 1 km a lo largo del río cubriendo aproximadamente 2 ha completamente infestadas por esta maleza. El tramo seleccionado se localiza en las inmediaciones del poblado de Tecualtitán, Zapotlán del Rey. Un total de 5,600 insectos pertenecientes al género *Neochetina* (*eichnorniae* y *bruchii*) combinados con cuatro aspersiones con los hongos *Cercospora piaropi*



El río Santiago antes de las acciones de control del lirio acuático.



El río Santiago después de liberación y establecimiento de los agentes de control biológico del lirio acuático.

y *Acremonium zonatum* se aplicaron. Los valores de biomasa tomados antes de la aplicación de los agentes de control mostraron una densidad de 49.3 plantas/m<sup>2</sup> con un peso fresco de 14.5 kg. Después de un mes de haber terminado de aplicar los agentes de control biológico, se observó una reducción del 61% en el número de plantas por metro cuadrado y un 62% en el peso fresco. Al término del proyecto, se recuperó el espejo de agua en algunos tramos. La disminución de estos valores se debe al uso



Recuperación del espejo de agua en el río Santiago, después de la acción de los agentes de control biológico del lirio acuático.

combinado de insectos y los hongos, lo que permitió detener el crecimiento y reproducción de la maleza. Es necesario que estos agentes se sigan utilizando por lo menos durante tres años consecutivos para reducir permanentemente la infestación y, por lo tanto, los costos de mantenimiento.

## **Programa de Sectorización para el organismo operador de San Luis Río Colorado, Sonora**

A solicitud del organismo operador de la ciudad de San Luis Río Colorado, el IMTA continuó con las actividades del programa de sectorización que desde el año 2005 se ejecuta en la localidad. En 2008 se trabajó en la reducción de pérdidas y mejoramiento



Fuga ubicada en Av. Guadalupe Victoria con Calle 15.



de la operación en el distrito hidrométrico 4 que cuenta con 3,879 tomas domiciliarias, de las cuales 2,784 tienen servicio medido. Una vez realizados los trabajos, se alcanzó una eficiencia física de 77%, valor superior al 59% de la media nacional.



Reparación de la fuga ubicada en Av. Guadalupe Victoria con Calle 15.

## **Proyecto de sectorización para el Organismo Operador de Agua y Saneamiento, Toluca, Estado de México**

Como parte de un programa de incremento de eficiencia física, este organismo operador solicitó al IMTA la ejecución de la segunda etapa de un proyecto para la sectorización y determinación de distritos

hidrométricos en la ciudad de Toluca. Se realizaron trabajos que permitieron mejorar la eficiencia en cuatro distritos, lo que se complementó con el diseño, selección y puesta en marcha de un sistema de medición y monitoreo continuos. Los resultados indican que el origen principal de las pérdidas en los cuatro distritos lo constituyen los usuarios no registrados. Al contrario del criterio que prevalecía anteriormente, orientado a la detección de fugas, se sugirió al organismo operador priorizar las acciones de regularización.

## **Evaluación de eficiencia física de los sistemas de distribución para la Comisión Estatal de Agua de Baja California**

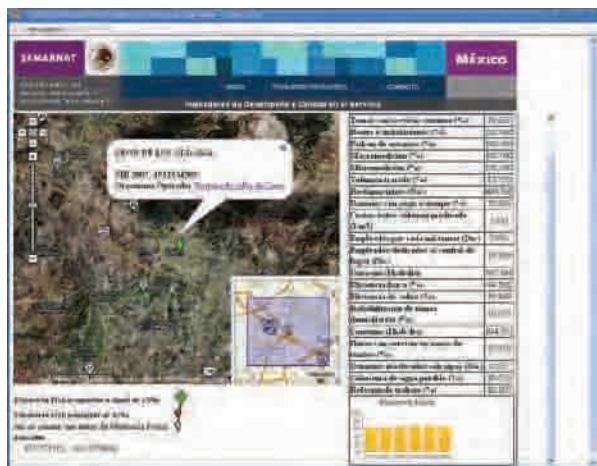
A solicitud de la Comisión Estatal se llevó a cabo un proyecto para evaluar la eficiencia física de los sistemas de distribución de las ciudades de Ensenada, Tecate, Mexicali y Tijuana. El procedimiento empleado se apega a las recomendaciones normadas por la *International Water Association*, estimando los errores generados y acarreados en la medición de volúmenes producidos, y manejo de información tanto en macro como en micromedición. Se verificó además la consistencia de padrones de usuarios, cobertura del servicio y la existencia de clandestinaje.



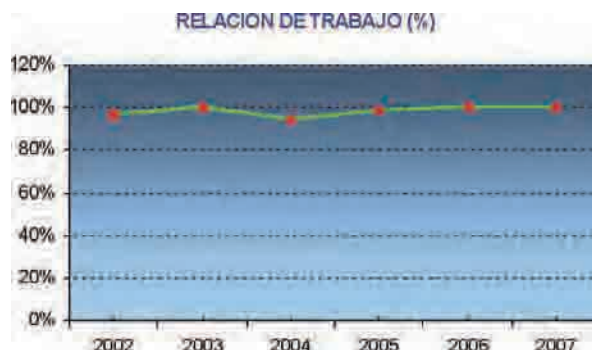
Los resultados permitieron concluir que los cuatro organismos operadores manejan sistemas de operación, medición, control y mantenimiento que les hacen posible mantener un alto nivel de eficiencia y los coloca entre los mejores del país.

## Monitoreo y análisis de los organismos operadores de agua potable de México

Se continuó el monitoreo y análisis de desempeño de los organismos operadores de agua potable en el país. Este monitoreo se basa en la información que aportan voluntariamente 83 organismos operadores, e incluye la estimación de 25 indicadores de gestión para evaluar la evolución anual de su desempeño en las áreas de operación, comercialización y finanzas.



Indicadores de desempeño y calidad en el servicio.



Actualmente, incluye la información del periodo 2002-2007 y puede consultarse en <http://www.pigoo.gob.mx>

Con este sistema, los organismos están en condiciones de realizar un ejercicio de *benchmarking* que les permite identificar mayores oportunidades de mejora.

## Proyecto integral de drenaje agrícola para el distrito de riego 075 Río Fuerte, Sinaloa

En el distrito de riego 075 Río Fuerte, Sinaloa, con recursos del Fondo de Fomento Agropecuario del Estado de Sinaloa y de la Asociación de Usuarios Productores Agrícolas, Módulo VII-1, Juncos, A. C., el Instituto elaboró el proyecto ejecutivo integral para la construcción de infraestructura de drenaje agrícola en el área de influencia de dicho módulo, que abarca una superficie de 13,013.60 ha. Para diagnosticar los problemas de drenaje y salinidad, se construyó una red de 120 pozos de observación del nivel freático,



se realizó la descripción del suelo en cinco fosas agrológicas, se efectuaron muestreos de suelo y agua freática en 120 sitios y se hizo el levantamiento topográfico de 150 km de drenes superficiales.

## **Rehabilitación de drenes en el Módulo VII-1 Juncos, del distrito de riego 075 Río Fuerte, Sinaloa.**

Los resultados obtenidos muestran que la superficie con problemas de mantos freáticos someros o salinidad es de aproximadamente 8,000 ha, que representan alrededor del 60% del área bajo riego. Para resolver los problemas de drenaje deficiente, el Instituto propone la rehabilitación y acondicionamiento de los 138 km



Rehabilitación de drenes en el Módulo VII-1 Juncos, del D. R. 075 Río Fuerte, Sinaloa.

de drenes superficiales existentes, y la ampliación de la red de drenaje superficial con 78 km adicionales de drenes, de tal manera que se pueda cumplir con las funciones de evacuar los excesos de agua, disminuir las zonas con problemas de mantos freáticos someros y contar con la infraestructura adecuada para la implementación de sistemas de drenaje parcelario subterráneo.

## **Promoción del enfoque empresarial en unidades de riego de Guerrero y San Luis Potosí**

Entre los años 2000 y 2007, con base en los planes directores elaborados ex profeso por el Instituto y para mejorar la operación, conservación y administración de las unidades de riego en Guerrero y San Luis Potosí, el IMTA ha organizado 511 asociaciones civiles y 31 sociedades de responsabilidad limitada que comprenden 84,071 ha y 39,093 agricultores.

Como continuidad de estos trabajos y para generar valor agregado al agua y a los recursos que le están asociados en las unidades de riego, la CONAGUA encargó al IMTA promover el enfoque de gestión empresarial mediante la capacitación presencial, la implantación del Modelo de Desarrollo Humano Integrador y la Metodología de Desarrollo Integral.

El proyecto se desarrolló en la *Unidad de Riego Juan Catalán del Estado de Guerrero, A. C.* y en la



Sociedad de Responsabilidad Limitada *Usuarios de Riego Tamuinenses* en el estado de San Luis Potosí; en ambas entidades participó un total de 203 productores que trabajan en 2,533 hectáreas.

Entre los resultados obtenidos destaca, en el caso de Guerrero, la formación de cuatro grupos que aplican el enfoque empresarial a la producción de hortalizas y, en San Luis Potosí, la integración de dos grupos dedicados a la ganadería bajo contrato con este mismo enfoque.



Capacitación a usuarios en enfoque empresarial en unidades de riego.

## ***Paquetes tecnológicos en materia de agua y saneamiento en José Joaquín de Herrera, Guerrero***

Se inició un proyecto para la transferencia de setenta paquetes tecnológicos en materia de agua y

saneamiento en la comunidad rural de Cacahuatpec. El municipio de José Joaquín de Herrera se ubica en el cuarto lugar estatal y el noveno a nivel nacional en lo que se refiere a su grado de marginación. La zona es predominantemente náhuatl y carece de cualquier tipo de servicio relacionado con agua potable y saneamiento. A la fecha, se concluyeron dos paquetes en la escuela de la comunidad y están en proceso ocho en distintas viviendas.

Cada paquete estará integrado por las siguientes tecnologías:

1. Un lavadero ecológico (lavadero con pileta, filtro de sólidos, trampa de grasas, módulo de cinco cámaras para tratamiento de las aguas residuales grises)
2. Un baño ecológico (cuarto de baño, taza del sanitario, regadera, depósito de 400 l, mangueras y conexiones, sedimentador y módulo para el tratamiento de las aguas negras).
3. Una cisterna con capacidad de 50,000 l para almacenamiento de agua.





4. Un sistema para captación de agua de lluvia (canaletas, filtro de sólidos, tubería y conexiones hasta la cisterna de almacenamiento).
5. Un tanque de descarga de fondo (TDF) auto-operante con capacidad de 200 l para riego del huerto familiar. Incluye sifón y tubería regante hasta de 6 metros.
6. Un huerto familiar instalado hasta de 72 m<sup>2</sup> con pendiente de 2-3%. Incluye plántula y/o semilla de hortalizas diversas para un ciclo de cultivo además de abono orgánico.
7. Una bomba de bicicleta. Incluye soporte ajustable a distintas rodadas en herrería y una bicicleta por bomba.
8. Una caja para desinfección solar de agua y/o filtro de cantera y/o alternativa equivalente.

## Colaboración con la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.

# Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro

El Programa que inició el 26 de febrero de 2003 tiene una vigencia hasta diciembre de 2012. Actualmente se encuentra en su cuarta etapa.

### • Calidad del agua

Se elaboró un proyecto ejecutivo para el pretratamiento y la construcción del colector de la calle Salazar al

humedal de Erongarícuaro, Mich. Se pretende coleccionar 2.4 l/s como gasto máximo en las horas pico y 1.4 l/s como gasto medio de agua residual para enviarla al humedal. El proyecto contempla la instalación de una unidad de bombeo equipada con energía eléctrica generada por celdas solares.

Se realizó el proyecto ejecutivo para la construcción de una red de agua potable en Jarácuaro, Mich., con el fin de cubrir las necesidades actuales y futuras de la localidad, garantizando un funcionamiento adecuado en cantidad, calidad y presión las 24 horas del día conforme a la normatividad vigente.

Se lleva a cabo un proyecto para apoyar los procesos que conduzcan a la sustentabilidad de los organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento ribereños, para lo cual se trabaja en acciones específicas sobre la implementación de un sector hidrométrico por cabecera municipal. Las actividades desarrolladas por sector en 2008 son: revisión de la información técnica, inspección física de los sectores y conformación de los mismos; actualización del catastro de la red de distribución;



Planta de tratamiento y humedal en Erongarícuaro, Michoacán.



actualización del padrón de usuarios (identificación de pérdidas comerciales); instalación de muestra de micro medidores; instalación de estación de aforo (macromedidor) y reducción de pérdidas físicas de distribución; y se concluyó el diagnóstico de los servicios de agua potable y alcantarillado de la localidad de Ihuatzio, donde se proponen las acciones de mejoramiento y un programa de inversiones para infraestructura hidráulica para el periodo 2009-2012.



Red actual de abastecimiento de agua potable en Jarácuaro, Michoacán.

- **Transferencia de tecnologías apropiadas en materia de agua y saneamiento para comunidades rurales**

Se diseñó el plan de trabajo 2008-2012 en los municipios de Quiroga, Erongarícuaro, Pátzcuaro y Tzintzuntzan; se visitaron 388 viviendas, y se seleccionó a 204 personas de tres comunidades: Caríngaro, Quiroga; Yotatiro, Erongarícuaro y Corrales,

Tzintzuntzan, para formar parte del programa de transferencia. Se impartieron tres talleres de introducción con 145 participantes y dos talleres para la instalación de lavaderos ecológicos en Caríngaro y Los Corrales, Tzintzuntzan, con la asistencia de 55 personas; se realizó un taller para la instalación de sanitarios ecológicos en Yotatiro, Erongarícuaro, con 48 asistentes.



Realización de talleres en aula y campo.

- **Modelos comunitarios de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano en comunidades rurales**

Se diseñó e inició la instalación de una serie de sistemas para las comunidades de Napízaro, Arocutín y San Francisco Uricho, en Erongarícuaro. Las acciones estuvieron orientadas a la revisión de diseños y balances de agua, definición y selección de alternativas, estudios y gestión para la implementación de los modelos. En la comunidad de Napízaro se implementaron dos sistemas de almacenamiento con capacidad de 100,000 litros cada uno.



- **Saneamiento de la cuenca**

Se iniciaron dos proyectos para instalar humedales para el tratamiento de las aguas residuales en las comunidades de San Jerónimo Purenchécuaro y de San Francisco Uricho, Erongarícuaro. Estos sistemas permitirán tratar las aguas residuales de una población estimada en 1,856 y 1,646 habitantes respectivamente. A la fecha se cuenta con un anteproyecto que incluye rejillas, canal desarenador, canal Parshall, fosa séptica, y las unidades de tratamiento de lodos y del agua residual propiamente dicha. Como complemento se inició un programa de evaluación integral (eficiencia, capacitación, seguimiento y apropiamiento) de humedales, a través del cual se realiza el seguimiento de la evolución, así como la evaluación del funcionamiento, eficiencia y apropiamiento de los tres humedales ya instalados en la cuenca. De los resultados obtenidos a la fecha se identificaron e iniciaron acciones de rehabilitación, conservación, mantenimiento y capacitación de operadores. Se puede resaltar que las aguas tratadas en los tres humedales satisfacen los requerimientos normativos vigentes.



- **Difusión y promoción**

Se actualizó el portal del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro con datos generales y características de la cuenca; la relación de instituciones federales, municipales y privada participantes; el listado de los proyectos realizados hasta 2007 clasificados por problemática; se incluyeron la *Memoria ilustrada 2003-2007*, dos videos de divulgación y un archivo con más de cuatrocientas fotografías. Este modelo aplicado en Pátzcuaro ha servido de guía para el desarrollo de la metodología para la implementación de planes estratégicos para la recuperación de cuencas, tal es el caso de la del río Apatlaco, Mor.; la de Amanalco-Valle de Bravo, Méx., y la del río Lagos, Jalisco.



Firma Convenio Interinstitucional, 2008-2012.

- **Manejo integral de malezas acuáticas**

Se realiza un proyecto sobre manejo integral para control de malezas acuáticas. Como parte

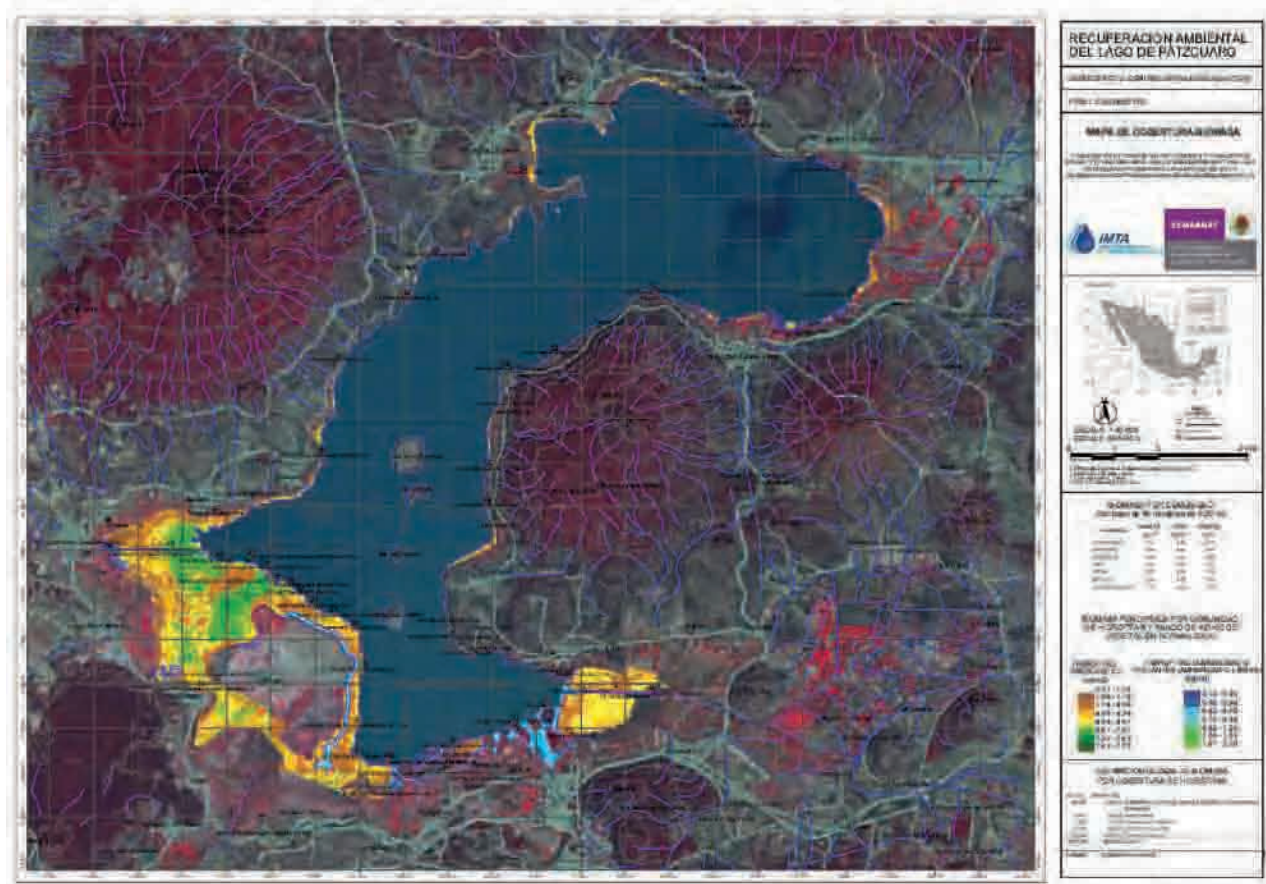


de las actividades se registraron 49 especies de fanerógamas, incluyendo un helecho, representando en total a 25 familias y, por su forma de vida, se reconocieron cuatro comunidades. Las combinaciones que incluyen *Eichhornia* y *Typha* en áreas con menor pendiente son en las que se acumula más biomasa y diversidad visibles. Se limpiaron los 7 km de malezas programados para este año en el dren Tzurumútaró y se determinaron las medidas de control y mantenimiento. Se liberaron once mil insectos del género *Neochetina* y se afirmó una nueva generación en campo. Se introdujeron las dos especies de hongos patógenos para el lirio acuático, *Cercospora piaropi* y *Acremonium zonatum* en el lago de Pátzcuaro, lo que

permitirá un control más efectivo de la infestación por malezas.

## Plantas potabilizadoras móviles para emergencias en Veracruz

Con motivo de la declaratoria de emergencia del 26 de septiembre de 2008 para ocho municipios de Veracruz por la ocurrencia de inundaciones atípicas, la Fundación Gonzalo Río Arronte solicitó



Mapa de cobertura y biomasa ponderada por comunidad de hidrófitas acuáticas en el lago de Pátzcuaro.



al IMTA apoyar al gobierno local. Con este objetivo, se instalaron y pusieron en marcha ocho plantas potabilizadoras móviles con capacidad de 1 l/s y 17 bombas charqueras en diferentes comunidades del estado. Adicionalmente se suministraron ocho toneladas de reactivos químicos para la operación de las plantas. También se capacitó a operadores de la Comisión del Agua del Estado de Veracruz en el funcionamiento de las plantas potabilizadoras, con el fin de proporcionar agua con una calidad adecuada para uso y consumo humanos. El agua obtenida de dichas plantas se envasó en garrafones y tinacos para ser repartidos a la población de las colonias que no tenían el servicio de agua potable por contaminación de los pozos y norias.



Planta potabilizadora instalada en Carlos A. Carrillo, Veracruz.

## ***Inventario, delimitación, caracterización y uso sustentable de los humedales de la cuenca del río Papaloapan, mediante percepción remota***

Los humedales son ecosistemas naturales de limpieza del agua y su importancia en la sustentabilidad ambiental es reconocida en todo el mundo. Sin embargo, se hallan entre los sistemas más amenazados por la desecación, conversión, contaminación y sobreexplotación. Su pérdida constituye un daño ambiental que debe ser evitado.

En el territorio mexicano, la superficie de humedales potenciales asciende a 125,010.84 km<sup>2</sup> y la superficie de humedales potenciales del Papaloapan es de 4,787.20 km<sup>2</sup>, lo que representa el 3.83 por ciento.

El IMTA, mediante un proyecto bianual, a solicitud de Instituto de Ecología A. C. y bajo auspicios del Fondo CONACYT-CONAGUA emprendió un inventario. Se establecieron los criterios hidrobiológicos para el uso sustentable y conservación de los humedales, a nivel nacional, mediante: mapas de uso de suelo y vegetación con base en imágenes de 1979 y 2003, un inventario de humedales en la cuenca,



el balance de aguas superficiales y subterráneas, y la caracterización de los conflictos sociales por los humedales. Adicionalmente, se realiza el proceso de desarrollo metodológico para el cálculo del gasto destinado al mantenimiento y conservación de los humedales en la cuenca.

## Colaboración con la industria

### ***Sistema DYU-Flexiconc para proteger erosión a canales***

El sistema DYU-Flexiconc es un producto tecnológico para proteger los canales de la erosión. Se compone de geotextil y un tapete constituido por una serie de bloques de concreto ligados con cables. La función del tapete es evitar que el geotextil, que recubre el canal, sea removido de su lugar. El recubrimiento se



Flujo sobre el tapete 1 mediante un trazador colorante. Se aprecia el efecto del tapete sobre el flujo.

realiza a través de la unión de una serie de tapetes individuales. La empresa DYU solicitó al IMTA que revisara y contrastara las propiedades de estabilidad de este arreglo de noventa piezas, contra uno comercial de 160 piezas de 30 cm de largo.

### ***Evaluación de medidores de agua***

El laboratorio de pruebas de equipos y materiales del sector agua, del IMTA, recibió la visita de vigilancia por parte de la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. Logró mantener su acreditación en diez pruebas relacionadas con la NOM-012-SCFI-1994 y la NMX-CH-1/3-1993-SCFI. Bajo esta acreditación, se realizaron 125 servicios de evaluación de medidores de agua de diferentes diámetros y marcas, en atención a las solicitudes del sector industrial, con lo que contribuye al mejoramiento de la infraestructura de medición de los organismos operadores de agua.



Banco de macromedición.



## Cooperación técnica internacional

# Red de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Ingeniería e Investigación Hidráulica

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 de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Ingeniería e Investigación Hidráulica, vigente durante el periodo 2008-2011,

que cuenta con la participación de 17 instituciones de reconocido prestigio, tanto en aguas continentales como marítimas. A través de esta red se enriquecerá la agenda de Cooperación Iberoamericana en Ciencia y Tecnología en el sector hídrico a través de un diagnóstico de necesidades y del fomento y mejoramiento del conocimiento y las capacidades de los principales institutos nacionales iberoamericanos dedicados a la producción científica y tecnológica en materia de agua. Actualmente, se cuenta con una primera versión del diagnóstico y un análisis de las capacidades y necesidades de fortalecimiento institucionales requeridas para contribuir en la solución de los problemas prioritarios de la región. Como parte de la promoción de este esfuerzo, en noviembre de 2008 se firmó la *Declaración de Jiutepec*, mediante la cual los institutos manifiestan su compromiso y disposición para sumar esfuerzos y capacidades con el fin de impulsar el desarrollo y la implantación de tecnología como soporte para el desarrollo sostenible, a través del uso, manejo y aprovechamiento apropiados del recurso agua.



Integrantes de la Red de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Ingeniería e Investigación Hidráulica en el laboratorio de calidad del agua.



## ***Balance hídrico mensual oferta-demanda y propuesta de red de medición hidrometeorológica en diez cuencas prioritarias de Panamá***

La Autoridad Nacional del Ambiente de la República de Panamá contrató al IMTA, con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo, para determinar el balance hídrico mensual superficial y subterráneo en diez cuencas prioritarias, de las 52 existentes en el país. Estos balances soportarán la formulación del Plan Nacional Hídrico de Panamá. El balance se realizó aplicando la metodología de la NOM-011-CNA-2000. Panamá es un país de clima tropical húmedo con un marcado estiaje de enero a abril, y una región, el Arco Seco, en la península de Azuero, actualmente afectada por una creciente demanda de agua y por ello una alta vulnerabilidad a futuro.



Plano Semáforo sobre valores anuales del Índice de Disponibilidad Relativa, en las diez cuencas prioritarias de Panamá.

Mediante un Plano Semáforo se identificaron los valores anuales del Índice de Disponibilidad Relativa. Esta información es básica para orientar los procesos futuros de concesión y ordenamiento en el uso del agua.

## ***Diseño de planta potabilizadora, Mixco, Guatemala***

El IMTA dio seguimiento a la construcción, puesta en marcha y operación de una planta potabilizadora en el Condado Naranjo, en Mixco, Guatemala, que actualmente presenta eficiencias de remoción de arsénico del 93.6%, con una concentración en el efluente de 0.007 mg/l, valor que cumple con la norma de Guatemala. Esta planta, de clarificación convencional para la remoción de arsénico, construida con las recomendaciones hechas por el IMTA, está conformada por las etapas de preoxidación a base de cloro y ajuste de pH, coagulación con cloruro férrico y poliflocal-CH, floculación mecánica, sedimentación de alta tasa, filtración en un medio cerámico (Microlite-KINETICO®) y desinfección.

Con esta obra, el Condado antes mencionado dispondrá de agua libre de arsénico. Actualmente contiene concentraciones de este elemento de entre 0.134 y 0.167 mg/l, valores por encima de la norma de Guatemala de 0.01 mg/l. En estas acciones el IMTA ha contado con la colaboración de la empresa Río Azul desde el 2007.

### **Frontera Norte**

Se participó en las reuniones siguientes: manejo binacional de la cuenca del río Bravo de una manera



sustentable; binacional para la integración del Grupo de Trabajo para la determinación del criterio de escasez en el río Colorado; en el marco de la Comisión Internacional de Límites y Aguas para la delimitación de cuencas transfronterizas y conexión de redes hidrográficas en la frontera México-EUA, y en apoyo a la SEMARNAT, en las preparatorias a la puesta en operación de la planta desaladora de Yuma y sus efectos en la ciénega de Santa Clara. También con la SEMARNAT se conformaron los grupos de trabajo binacionales en conservación, nuevas fuentes de agua, medio ambiente y operación del sistema. Se participó en la redacción e integración del Programa Ambiental 2012 de Asuntos Fronterizos.

## Frontera Sur

Se participó en el tercer congreso de la Red de Investigadores sobre la Frontera Sur (RISAF) y, a solicitud de SEMARNAT, se enviaron dos proyectos para integrarse en el Programa de la Frontera Sur de Presidencia: *Actualización del Atlas Físico de los ríos transfronterizos México-Guatemala* e *Integración oficial de la RISAF*.

## Estados Unidos de América

Mediante la visita de representantes de la *United States Bureau of Reclamation* y el *United States Department of Agriculture* se aprobaron dos proyectos para el tema de malezas acuáticas: *Control biológico de Tamarix (pino salado) en el río Bravo en la frontera México-Estados Unidos de América* e *Investigation of the impact of Arundo Donax in Mexico and Evaluation of candidate biological control agents*.

Con la visita de la Titular de la Agencia de Protección Ambiental de California (CalEPA, por sus siglas en inglés) se integraron acciones del IMTA en el Plan de Acción del Memorandum de Entendimiento suscrito entre la SEMARNAT y CalEPA, se conformaron siete grupos de trabajo, el IMTA participa en cuatro de ellos: cambio climático, calidad del agua, recursos hídricos y capacitación en laboratorios, este último coordinado por el Instituto.

## Colombia

Se suscribió el Convenio de Colaboración Institucional entre la Agencia de Desarrollo Económico Local de Vélez, Santander del Sur, y el IMTA, para la prestación de servicios en los temas de tratamiento de aguas residuales y agua potable.



El Dr. Polioptro Martínez Austria, Director General del IMTA, y el Ing. Hugo Rodríguez Mantilla de la Agencia de Desarrollo Económico Local-Vélez, en la firma del convenio de colaboración.

## Ecuador y Perú

El IMTA participó con la Organización Latinoamericana de Energía, de Quito, Ecuador, en la impartición del



curso virtual internacional *Diseño, implementación y gestión de microcentrales hidroeléctricas*, a cargo del Centro de Demostración y Capacitación en Tecnologías Apropriadas de Cajamarca, Perú. El Centro de Conocimiento del Agua del Instituto organizó, coordinó y fue la sede desde la que se operó el nodo correspondiente a México. Se realizaron 11 sesiones y asistieron 15 especialistas del IMTA, la UNAM y el Instituto de Investigaciones Eléctricas. El curso se transmitió a cuarenta puntos de enlace de América Latina, con una audiencia de 250 personas.

## Argentina

Se elaboró, para la Secretaría de Relaciones Exteriores de México, el informe de evaluación de actividades de colaboración entre el IMTA y el Instituto Nacional del Agua, y como acuerdo de la reunión binacional se aprobó el proyecto *Uso eficiente del agua en la agricultura* como parte de los trabajos de la Expo Agro Sinaloa 2009.

## Chile

Se recibió a la misión de la Fundación Chile con el objetivo de concretar la asesoría del IMTA en el tema de gestión integrada de cuencas en aguas subterráneas.

## Japón

Se recibió a representantes de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón para analizar

aspectos del cambio climático y su impacto en los recursos hídricos. En la modalidad de cooperación a terceros países Japón aprobó el proyecto *Manejo ambiental de cuencas hídricas para producción eléctrica sostenible*, en Costa Rica.

## Unión Europea

En colaboración con la Unión Europea se continúa el proyecto *Red de conocimientos para resolver problemas reales del agua en países en vías de desarrollo: superando las diferencias y vacíos de conocimiento* (ANTINOMOS, acrónimo en inglés). El IMTA participa como co-líder en el tema "Administración y gestión de conocimiento", en ese sentido contribuye a conceptualizar el marco de referencia y se encarga de realizar los estudios de caso para identificar conocimientos relevantes de tecnologías y prácticas globales y locales en México. En 2008 se calibró la metodología propuesta para la evaluación de las tecnologías seleccionadas. Para ello, se realizó investigación analítica en los siguientes aspectos: marco institucional de administración y gestión del agua; balance de los problemas reales del agua y sus retos; tecnologías y prácticas tanto globales como locales de abastecimiento y saneamiento. Con base en este análisis, se depuró el marco conceptual y se seleccionaron diez tecnologías para estudios de caso, iniciándose la etapa de evaluación.

## UNESCO

La delegación mexicana anunció en el XVIII Consejo Intergubernamental del Programa Hidrológico Internacional (PHI), en París, el lanzamiento de la Cátedra UNESCO/IMTA *El Agua en la Sociedad del*



Conocimiento que inició actividades el 21 de octubre en el marco de la VII Fase del Programa Hidrológico Internacional.

Como parte de las actividades para elaborar el *Atlas de culturas hídricas de América Latina y El Caribe*, se colaboró en la edición del libro *Agua y diversidad cultural en México*, publicación auspiciada por la UNESCO, el Archivo Histórico del Agua, el IMTA y el Programa Hidrológico Internacional. El libro también puede consultarse en:

<http://www.unesco.org.uy/phi/biblioteca/handle/123456789/463>

A través del Comité Nacional Mexicano del PHI, el IMTA participó en el establecimiento del proyecto *Radio Agua Internacional*, iniciativa enfocada a divulgar el conocimiento del agua en Latinoamérica mediante estaciones de radio por Internet operadas por los países participantes.



Coedición con el Programa Hidrológico Internacional.

## Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE

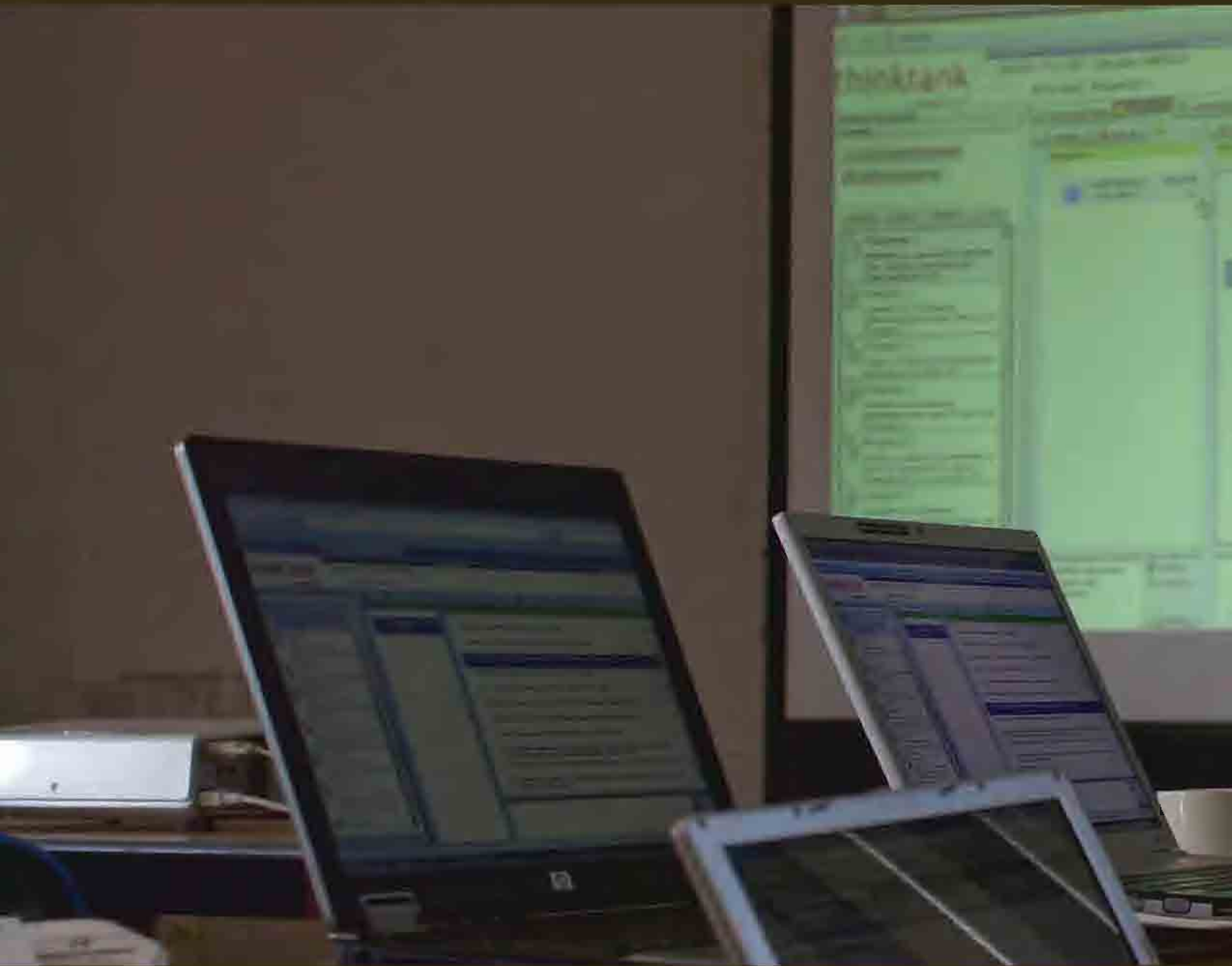
La OCDE solicitó que México colaborara en un estudio de caso sobre experiencias de financiamiento para agua y saneamiento; en consecuencia el IMTA generó el *Estudio de caso sobre estrategias de financiamiento para suministro de agua y saneamiento en el estado de Michoacán* que envió, en abril de 2008, a la Organización para ser revisado en la Tercera Reunión del Grupo de Agua de la OCDE en París. Este estudio, junto con otros seis elaborados por los países participantes, formó parte del documento *Planeación de estrategias de financiamiento en el sector suministro de agua y saneamiento: primer bosquejo de casos de estudio seleccionados*, presentado por la OCDE como material de análisis para esta Tercera Reunión, cuyos resultados se concentran en el *Resumen del Presidente de la Tercera Reunión del Equipo de Trabajo*.

Con base en estos resultados la OCDE seleccionó al IMTA como institución coorganizadora de la Reunión de Expertos en Búsqueda de Esquemas Apropriados de Participación del Sector Privado en el Suministro de Agua Potable y Saneamiento. Experiencias Recientes en América Latina, para la que se convocó a más de treinta especialistas, empresarios y directivos provenientes de la mayoría de los países de la región.

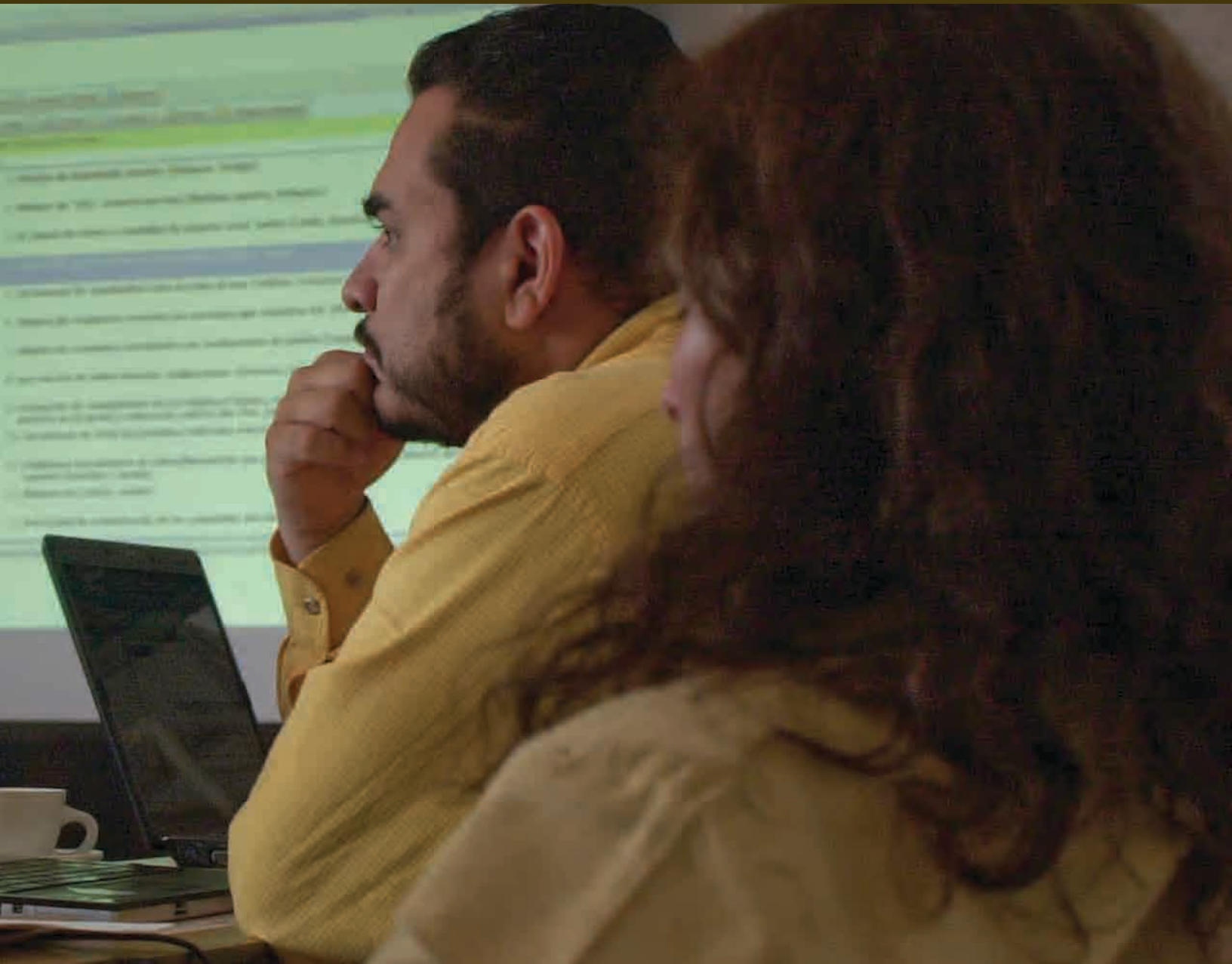
Se participó en el *Global Forum on Sustainable Development "Financing and Pricing Water: the Roles of Government Policies, the Private Sector and Civil Society"*.

## Banco Mundial

Se concretó la firma del proyecto *Adaptation to Climate Change Impacts on the Coastal Wetlands in the Gulf of Mexico*.



# Formación de recursos humanos





## **Posgrado IMTA**

Treinta y dos alumnos de la primera generación (2007-2008) terminaron sus estudios de posgrado en las maestrías que imparte el Instituto: 24, en la maestría en Ciencias del Agua, que opera bajo la modalidad a distancia, y ocho en la maestría en Ciencias y Tecnología del Agua, de tipo presencial. En el primer caso, veinte estudiantes cursaron el área Gestión Integral del Agua de Cuencas y Acuíferos, y cuatro la de Hidrometeorología y Meteorología

Operativa; mientras que, en el segundo, seis estudiantes son del área de Sistemas Ambientales, uno de Gestión Integrada del Agua y uno de Hidrología y Meteorología. Cabe resaltar que la maestría en Ciencias del Agua, dirigida a empleados de la CONAGUA, se impartió en el marco del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua, establecido entre dicha Comisión y el CONACYT, e incluye también el doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua, modalidad en Investigación, mismo que actualmente cuenta con ocho estudiantes que ya han acreditado seis de nueve cuatrimestres.



Alumnos egresados de la primera generación.



## ***Agenda Azul de las Mujeres***

Como parte del seguimiento a las actividades sobre el enfoque de género en políticas del agua y la Agenda Azul de las Mujeres, se llevaron a cabo cuatro talleres en las ciudades de Oaxaca, Distrito Federal, Xalapa y Hermosillo, con un total de 114 participantes. Estos talleres fueron organizados por distintas instancias, entre las que destacan el IMTA, la Red de Género y Agua, la SEMARNAT, el Instituto Sonorense de la Mujer, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, y la Alianza de Género y Agua.

## ***Capacitación en la Comisión Estatal del Agua de Baja California***

Para el personal de esta Comisión Estatal se impartió capacitación in situ a 73 operadores en: *Estudios de prefactibilidad de proyectos de agua residual, Manejo y disposición de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, Tratamiento de aguas residuales mediante humedales construidos y Diseño de sistemas de abastecimiento de agua.*

## ***Fortalecimiento de capacidades en los consejos de cuenca del país***

En colaboración con los organismos de cuenca Balsas, Aguas del Valle de México y Noroeste, se organizaron cuatro talleres de capacitación para los integrantes de estos consejos de cuenca acerca de la importancia de proteger los recursos naturales y dotarlos de las herramientas necesarias y fortalecer su capacidad para intervenir en los procesos de toma de decisiones vinculados con su participación en los consejos. Entre los temas cubiertos en los diferentes cursos y talleres se incluyeron los de gestión integrada del agua y gobernanza para el desarrollo sustentable, educación ambiental con enfoque de cuenca y manejo de conflictos. En total, se capacitó a 136 integrantes de los consejos referidos.



Curso sobre gestión integrada del agua y gobernanza para el desarrollo sustentable del agua en la cuenca del río Balsas.

## ***Programa de capacitación para el subsector agua potable y saneamiento***

Con el fin de atender las necesidades de capacitación de los organismos operadores y de las comisiones estatales de agua, vinculadas con los servicios públicos de agua potable y saneamiento, se instrumentó un programa de capacitación orientado a la formación técnica del personal de estas instituciones, abarcando temas tales como identificación de mejoras del servicio en su gestión comercial, sistemas de información gerencial, aspectos legales de la prestación del servicio, tarifas y sistemas de gestión de la medición del servicio. En total, se organizaron 13 eventos entre cursos, talleres y seminarios en 11 sedes: Tuxtla Gutiérrez, Chis.; México, D. F.; Acapulco, Gro.; Puerto Vallarta, Jal.; Tepic, Nay.; Chetumal, Q. R.; Cd. Obregón, Hermosillo y Nogales, Son., y Xalapa, Ver., capacitándose a 373 participantes. Además del aprendizaje obtenido por el personal formado, el material tecnodidáctico que se les entregó les servirá como referencia para resolver problemas específicos que enfrentan en su trabajo.



Visita a planta de tratamiento en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

## ***Prestación de servicios en el centro de capacitación del Instituto***

En el centro de capacitación del Instituto, ubicado en Jiutepec, Mor., se realizaron 168 eventos que incluyeron 88 cursos, 63 reuniones técnicas y 17 visitas técnicas. En total, asistieron 4,870 personas provenientes de diversas instituciones de los sectores público, privado y social, vinculadas principalmente con el sector hídrico.



Desarrollo de un curso en el centro de capacitación del IMTA.

## ***Educación ambiental y cultura del agua***

Como parte de las acciones encaminadas a difundir una cultura para la conservación y buen uso del recurso agua, se impartieron 36 cursos y talleres a



los que asistieron 1,565 personas de Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Nayarit, Nuevo León, Sonora, Morelos y Tabasco. Los eventos se orientaron a los responsables de los espacios de cultura del agua de diversos organismos operadores del país, presidencias municipales, centros recreativos y ambientales coordinados por la SEMARNAT, y a profesores de nivel básico y básico superior, entre otros. Se abordaron temas tales como agua y educación, cultura del agua, conciencia y protección ambientales, gestión de procesos en centros recreativos y educación ambiental.

## ***Capacitación y educación ambiental en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla***

En colaboración con Petróleos Mexicanos, Exploración y Producción (PEP), y la Dirección de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, el IMTA aplica una estrategia de educación ambiental para impulsar la participación social y sensibilizar a la población acerca de la importancia de proteger al ambiente. Como parte de esta estrategia, se impartieron 36 talleres a los que asistieron 309 trabajadores de PEP, sesenta maestros y 755 alumnos de escuelas públicas y privadas localizadas en la zona de la Reserva. Los talleres se centraron en la realización de dinámicas que tratan sobre los valores y servicios ambientales que ofrece esta importante área natural, como son: agua potable, control de inundaciones, refugio de flora

y fauna, protección contra tormentas y huracanes, etcétera. Además, en ellos también se propusieron acciones educativas que representan alternativas de enseñanza que pueden utilizar los maestros para los temas relacionados con la conservación de los recursos, con énfasis en el agua, desde nivel preescolar hasta preparatoria.



Alumnos de una escuela primaria identificando distintas especies vegetales durante un recorrido por el sendero interpretativo de *La Casa del Agua*, Centla, Tabasco.

## ***Certificación y evaluación de competencias***

El IMTA, como institución coadyuvante del Servicio Civil de Carrera del Sector Hídrico Nacional, ha realizado la certificación de personal en las siguientes Instituciones: Instituto del Agua de Aguascalientes, Sistema Intermunicipal de Agua y Saneamiento de Guadalajara (SIAPA), Organismo Operador de Agua

y Saneamiento de Naucalpan, Organismo Operador de Aguas y Saneamiento de Atizapán, CONAGUA (todo el Servicio Profesional de Carrera y personal de calidad de los laboratorios estatales), Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas de Michoacán, Comisión Estatal del Agua de Veracruz y Comisión Estatal del Agua de Sonora. Lo anterior representa la certificación de 1,384 personas en las diferentes normas utilizadas en el IMTA, destacando las normas *Difusión de la empresa de agua y promoción de la cultura del agua* y *Muestreo de descargas libres*, primera norma IMTA de competencia laboral, esta última, en ser utilizada y validada por personal de la CONAGUA; específicamente, en sus laboratorios estatales.

Por otro lado, cabe destacar que la certificación de 152 personas pertenecientes al SIAPA, condujo a este organismo operador a ser el que más personal certificado tiene por parte del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales y el IMTA en todo el país, con la visión de formar un sistema de capital humano que obtendrá su certificación ISO-9001:2000.

Con la CONAGUA, el IMTA ha sido el responsable de validar, verificar y expedir los certificados para el Servicio Profesional de Carrera, lo cual permitió hacerlo para 1,114 candidatos en diferentes competencias transversales y específicas de su sistema.



**PRIMER  
SEMINARIO DE  
POTAMOLOGÍA**  
JOSÉ GUERRERO MUÑOZ GUERRERO



# Promoción y difusión del conocimiento





**IMTA<sup>®</sup>**

**Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua**

## **Cátedra UNESCO/ IMTA El Agua en la Sociedad del Conocimiento**

En el marco del Programa de Cátedras UNESCO se estableció la cátedra, propuesta por el IMTA, *El Agua en la Sociedad del Conocimiento*: una de las 640 auspiciadas por la UNESCO en el mundo, 11 de ellas en México; única que trata acerca del medio ambiente en el país y una de las dos dirigidas a problemas del agua en América Latina.

La Cátedra tiene, entre sus objetivos, formar una red de conocimiento del agua en México que sistematice el saber acumulado sobre este recurso y campos asociados, generar mecanismos para su apropiación social y proponer el establecimiento de políticas



Instalación de la Cátedra por el titular de la SEMARNAT, el 21 de octubre en el auditorio José Antonio Maza Álvarez.

públicas que articulen el desarrollo productivo del país con una gestión sustentable de los recursos hídricos. En el despegue de la Cátedra destacan, entre otras actividades, el diseño de la Red de Expertos; el lanzamiento de *Atl*, el *Portal del Agua desde México* ([atl.org.mx](http://atl.org.mx)); la realización de un documental videográfico con propósitos de difusión de la cátedra, y la organización del *Primer Seminario: El papel del agua en la sociedad del conocimiento*, en el cual se abordaron tres líneas de discusión: la liga entre el acceso social a los conocimientos tecno-científicos y las alternativas de solución a la problemática del agua; las desigualdades sociales, y la diversidad cognitiva.

## **Centro de Conocimiento del Agua (CENCA)**

Se actualizaron los servicios para satisfacer las necesidades de información del sector: desarrollo y asesoría para la creación y puesta en marcha de centros de información y de redes de bibliotecas digitales; servicios estratégicos de información tecnológica; búsquedas especializadas por solicitud, y servicios relacionados con la orientación, consulta y préstamo de material documental de los acervos bibliotecario y de hemeroteca.

En la actualidad el Centro de Conocimiento del Agua no sólo brinda servicios especializados para investigadores, sino que los abre al público en general, a través del sitio web del Instituto: [www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx)



## Comunicación institucional

# Portal institucional IMTA y sitios web temáticos

El portal IMTA y los sitios web temáticos son herramientas fundamentales de comunicación y disseminación de la información del agua, diseñadas también para proyectar los resultados, servicios y productos del Instituto a través de micrositos, documentos en línea, videos y vínculos, entre otros recursos. Durante 2008 se agregó al portal IMTA la opción de comercializar en línea los productos editoriales, videográficos y de *software*. En este año se registraron más de 151,000 visitas externas. Asimismo, se realizó el soporte técnico y el apoyo informático al portal, atendiendo las directrices del Sistema Internet de la Presidencia, instancia que otorgó una calificación de 9.4 para este periodo.

Los diversos sitios web institucionales recibieron, en conjunto, un estimado de 318,000 visitantes.





## **Atl se estableció como el portal de la Cátedra UNESCO/IMTA El Agua en la Sociedad del Conocimiento**

Atl, portal de la Cátedra UNESCO/IMTA El Agua en la Sociedad del Conocimiento ([www.atl.org.mx](http://www.atl.org.mx)) comenzó a operar durante el primer semestre de 2008. Este foro constituye una ventana al saber universal del agua desde la perspectiva mexicana y se propone diseminar el conocimiento y la tecnología que se producen en México y en el mundo en torno a

este recurso. Atl se dirige a los más diversos usuarios interesados en la problemática del agua, y es el medio de difusión y enlace entre los participantes e interesados en los temas asociados a la Cátedra.

## **Divulgación científica y tecnológica**

Se realizaron 25 documentales videográficos. Entre los más relevantes por su trascendencia se encuentran: *Programa para la Recuperación Ambiental del Río Apatlaco*; *Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro*, y *El conocimiento hidráulico: una tradición milenaria en el México prehispánico*, este último seleccionado para presentarse en el encuentro internacional Agua y Cine, a realizarse en el marco del V Foro Mundial del Agua.



Se elaboraron 7,495 copias de videos.



### Lista de documentales videográficos

Tema
Once cápsulas sobre el agua en Morelos y de cultura del agua en México (Semana Científica y Cultural del Agua Morelos).
8ª Reunión Especificaciones Técnicas de Maquinaria CONAGUA/ANUR.
Vídeo Institucional. IMTA la casa del conocimiento y la tecnología del agua. Versión en español y versión c/subtítulos en inglés.
Reunión de resultados IMTA 2007 (11 feb 08).
Primera sesión ordinaria de la JG IMTA 2008.
Instalación del Consejo de Ciencia y Tecnología del Sector Agua.
Presentación Plan Estratégico Río Apatlaco.
Panel sobre el Cambio Climático.
Semana Científica y Cultural del Agua 2008, 2a edición.
Jornada Nacional de Reforestación.
Curso taller <i>Efectos de cambio climático</i> y su impacto potencial en los Recursos Hídricos en Mexico.
Registro de medición del modelo en la presa Arcediano. CFE.
Registro de medición del modelo en la presa Coyotes. CONAGUA.
Problemática ambiental del río Apatlaco: Diagnóstico social y ambiental del río. Inicio del Programa.
Pátzcuaro: Resultados 2003-2007, versiones español e inglés.
Vídeo PEDHSEM 07-12 Morelos.
Vídeo de la Cátedra UNESCO/IMTA.
Presentación del Portal ATL para Cátedra UNESCO/IMTA.
Planta potabilizadora de Ajuchitlán. (Pasos para construir una planta potabilizadora).
Vídeo fin de año IMTA 2008.
Noticápsulas IMTA: Recopilación de 26 cápsulas producidas a lo largo de 2008.
Apatlaco: Nuestro desconocido río. Acta de nacimiento del río Apatlaco.
Alternativas de tecnificación del Nuevo Delta (Mexicali).
Cuatrociénegas: Evaluación de sistemas de riego (tecnificación de riego y conservación del medio ambiente. Uso eficiente del agua en sistemas riego).
Inventario visual sobre fuentes de abastecimiento en el río Moctezuma (presa CFE).

Entre los documentales mencionados, se produjeron 26 *Noticápsulas* sobre actividades del Instituto. Los documentales y las cápsulas mencionados conforman una plataforma de productos que se proyectan y distribuyen a través de diversos medios, entre ellos, los sitios de Internet del Instituto.

## Semana Científica y Cultural del Agua

Se celebró por segundo año consecutivo la Semana Científica y Cultural del Agua IMTA. Con su





organización el Instituto abrió un espacio más para la difusión del conocimiento del agua y sus retos a través de una serie de actividades científicas, artísticas y culturales. En el marco de dicha actividad se coordinaron el seminario de *Vinculación entre el sector productivo y la problemática del agua en Morelos*, realizado en colaboración con el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, y el *Seminario internacional: el Agua en la Sociedad del Conocimiento*. En la serie de eventos que comprendió la Semana del Agua se contó con 1,107 asistentes. La información de la Semana está disponible en el portal institucional [www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx)

## Gaceta del IMTA

En 2008 se publicaron 12 números de la *Gaceta del IMTA*, medio de difusión electrónica para dar a conocer avances y resultados de los proyectos más importantes desarrollados en el Instituto. Por medio de correo electrónico esta publicación llega a más de diez mil lectores ubicados en el sector medio ambiente. La Gaceta también puede consultarse en [www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx)

Algunos artículos publicados en la *Gaceta del IMTA*

Núm.	Título del artículo
13	Presentación del libro <i>Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: prioridades en México</i> .
14	Plan estratégico del río Apatlaco.
15	El IMTA entrega obras de saneamiento en Pátzcuaro, Michoacán.
16	- Plan Estratégico Institucional del IMTA 2007-2012. - <i>Ingeniería hidráulica en México: ciencia y tecnología del agua</i> .
17	- IV Seminario Internacional de Uso Integral del Agua. - El IMTA innova tecnología para monitorear cauces mayores.
18	Balance hídrico mensual oferta-demanda, y propuesta de red de medición hidrometeorológica en diez cuencas prioritarias de Panamá.
19	- Mejoramiento de la eficiencia en empresas de agua. - Planta de tratamiento de aguas residuales municipales del IMTA.
20	- Necesidad de desalar el agua. - Nominación del auditorio del IMTA.

## Programa Editorial

El Programa Editorial contribuye al cumplimiento de los objetivos institucionales de diseminación del



conocimiento y tecnología. En 2008 se editaron 14 libros en torno a diversas temáticas sustantivas para el Instituto:

<i>Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México, Vol. II.</i>
<i>La cuenca del río Apatlaco. Recuperemos el patrimonio ambiental de los morelenses</i>
<i>Medición del flujo volumétrico en presas, canales y pozos.</i>
<i>Manual geotécnico para el diseño de presas pequeñas.</i>
<i>Tratamiento, disposición y aprovechamiento de lodos residuales.</i>
<i>Manual para diseño de zonas de riego pequeñas.</i>
<i>Manual de operación del distrito del riego del Valle del Yaqui.</i>
<i>La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas, Vol. I.</i>
<i>Agua y diversidad cultural en México.</i>
<i>Informe de evaluación de los cursos internacionales Sistemas integrados de tratamiento de aguas residuales y su reúso para un medio ambiente sustentable y Manejo adecuado de residuos sólidos y peligrosos 2007.</i>
<i>Repercusiones del cambio climático en la agricultura de riego.</i>
<i>Manual para transferencia de paquetes integrales de tecnologías apropiadas en materia de agua en zonas marginales.</i>
<i>Water Resources Assesment. Integral Water Balance in Basins.</i>
<i>Water and Education for Teachers of Latin America and the Caribbean.</i>

## Revista Ingeniería hidráulica en México

La revista, considerada la más importante en su materia en el mundo de habla hispana, entró en una nueva etapa, en la que se incorpora un grupo más amplio de editores temáticos con el fin de fortalecer su carácter interdisciplinario. Se editaron cuatro números: enero-marzo, abril-mayo, julio-septiembre, 2008, y enero-marzo, 2009.

*Ingeniería hidráulica en México* mantiene su registro en el *Índice de revistas mexicanas de investigación científica y tecnológica* del CONACYT, en la que únicamente hay dos revistas de ingeniería, y está registrada en veinte índices y resúmenes nacionales e internacionales, tal como el *Institute for Scientific Information (ISI) (Research Alert y SCI Expanded)*, al cual pertenecen sólo 15 publicaciones mexicanas.

Durante 2008 se renovó el sitio web de la revista, el cual ofrece más y nuevos servicios a los usuarios y se le incorporó un módulo para la comercialización de suscripciones y compra de artículos en línea. En el periodo noviembre-diciembre se registraron 9,915 visitas. Para brindar un mejor servicio a los autores, revisores y editores se desarrolló un sistema de gestión automatizado.



Sitio [www.imta.gob.mx/productos/rihm](http://www.imta.gob.mx/productos/rihm)



## El IMTA en los medios

### Videos

Para aumentar el alcance de la disseminación del conocimiento del agua, a partir de agosto se subieron a *YouTube* 18 cápsulas y videos cortos producidos por el IMTA. Varios son animaciones pertenecientes a la serie "Cultura del Agua". Se han registrado más de 1,100 reproducciones de estos videos y cápsulas, con un promedio de sesenta reproducciones por video.

También, se participó en los programas *Vida Verde*, del canal *AprendeTV*, y *Revista del consumidor*, ambos de cobertura nacional por sistema de cable.

### Producción radiofónica

El programa *Planeta Agua*, que entró en su cuarto año de transmisiones, es un espacio radiofónico coproducido por el IMTA y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Ha permitido la difusión del conocimiento del agua a través de especialistas invitados. Durante 2008 se realizaron veinte emisiones con una audiencia estimada en 35,000 escuchas por cada una de ellas.

### Prensa

Durante 2008 el IMTA tuvo una presencia importante en los medios impresos, tanto de circulación nacional como estatales, con la publicación de un total de 210 notas periodísticas.





# Reconocimientos y hechos importantes







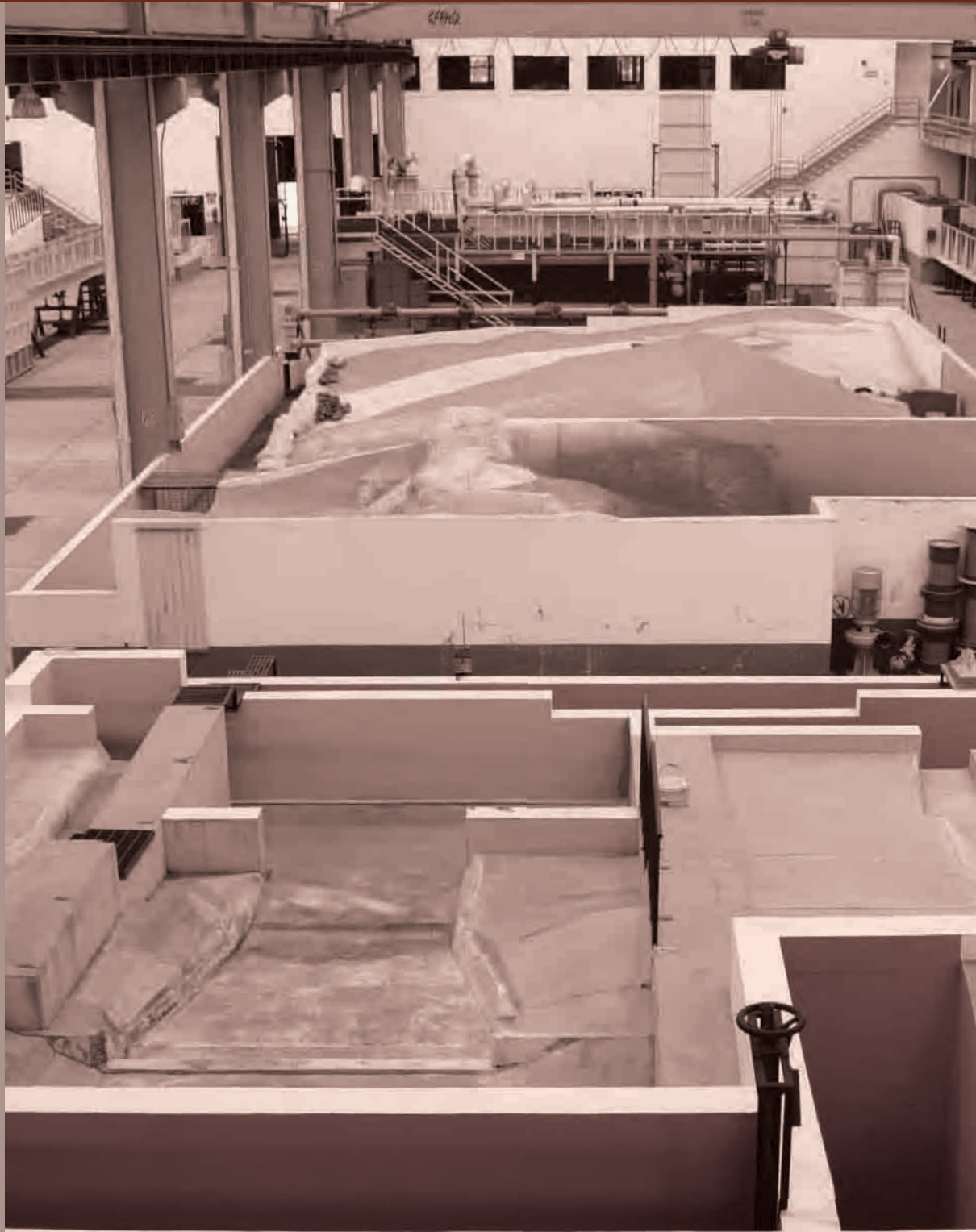
- El Gobierno de la República reconoció a los ingenieros, al personal técnico y trabajadores del IMTA por su destacada participación en los trabajos llevados a cabo en la construcción del canal en el río Grijalva, Chiapas.
- En ceremonia encabezada por el Director General de la Comisión Nacional del Agua, el Gobernador Constitucional del estado de Morelos, y el Director General del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, en la sede del IMTA se realizó la presentación del *Plan Estratégico para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco 2007-2012*, que contempla acciones integrales para el saneamiento y el uso sustentable del agua en esta cuenca, una de las prioritarias del país.
- Se llevó a cabo la segunda sesión ordinaria del Consejo Científico y Tecnológico Nacional del Sector Agua, integrado por instituciones ligadas al desarrollo del país en cuestión de recursos hídricos, entre las cuales se encuentran la Comisión Nacional del Agua, la Academia de Ingeniería, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-Ingeniería Civil del Instituto Politécnico Nacional, la Facultad de Ingeniería en Hidrología de la Universidad Autónoma Metropolitana, el Centro Interamericano de Recursos del Agua de la Universidad Autónoma del Estado de México, el Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de México, el Instituto Nacional de Ecología, el Centro de Investigación y Asistencia Técnica del estado de Querétaro y la Asociación Nacional de Usuarios de Riego, entre otras. El consejo es presidido por el IMTA. En esta ocasión se tuvo como invitado al Dip. Jesús Manuel Patrón Montalvo, Presidente de la Comisión de Recursos Hidráulicos de la Cámara baja.
- En el marco del Primer Seminario de Potamología, organizado por el Instituto, el Auditorio del IMTA fue nominado José Antonio Maza Álvarez, como un merecido homenaje a su trascendente contribución al desarrollo de la hidráulica fluvial en México.





# Recursos al servicio de la investigación





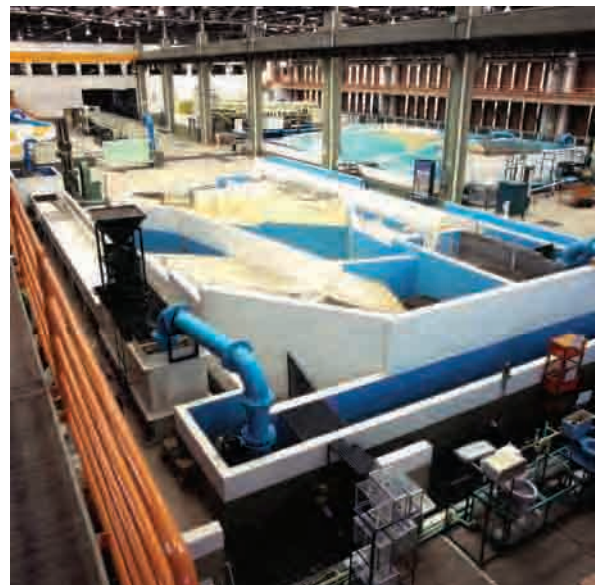


Ubicado sobre una superficie de veinte hectáreas en el municipio de Jiutepec, Morelos, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua cuenta con 23,000 m<sup>2</sup> de instalaciones. Su moderna infraestructura incluye 14 laboratorios especializados, un centro de capacitación y un área de educación ambiental. Cuenta además con el Centro de Conocimiento del Agua, punto de referencia obligado para la obtención de información técnica relacionada con el recurso. Dentro del área que ocupa el Instituto se encuentra también el Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## Infraestructura

### ***Laboratorio de hidráulica Enzo Levi***

Presta los servicios de experimentación en hidráulica básica, modelos físicos a escala reducida, desarrollo y prueba de dispositivos hidráulicos de medición y control, y evaluación de dispositivos hidráulicos comerciales. Además apoya la experimentación para investigación, diseño, revisión, evaluación y aprendizaje de la hidráulica.





## ***Laboratorio de calidad e hidráulica industrial***

Presta los servicios de evaluación de medidores de agua y dispositivos domésticos a fabricantes, comercializadores y distribuidores, así como a organismos operadores, con fines de certificación de sus productos. Cuenta con la acreditación, desde 1994 hasta la fecha, de la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. para las diez pruebas indicadas en el documento No. MM-101-017/04, siendo el único laboratorio acreditado en el país para la evaluación de medidores de agua.



## ***Laboratorio de calidad del agua***

Este laboratorio está acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. para las 38 pruebas indicadas en el documento de acreditación No. AG-177-032/04 y desde 1996 fue aprobado por la CONAGUA para análisis y muestreo de agua. En él se elaboran análisis de agua, sedimento, suelo, tejidos vegetales y otras matrices ambientales para más de doscientos parámetros químicos, orgánicos, de metales y microbiológicos. A petición del cliente, se desarrollan, adaptan e implementan metodologías analíticas para compuestos o matrices ambientales específicas. Por los resultados obtenidos en pruebas entre diversos laboratorios, está catalogado como laboratorio clase I por la Organización de Energía Atómica.





## ***Laboratorio para tratamiento de aguas residuales industriales***

Permite identificar los principales contaminantes presentes en las aguas residuales industriales mediante su caracterización fisicoquímica y biológica y su potencial de biodegradación, mediante pruebas de tratabilidad a nivel laboratorio y su correspondiente escalamiento a nivel planta piloto. Su infraestructura hace posible realizar trabajos de investigación aplicada y desarrollo de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales de tipo industrial, y ofrecer servicios tecnológicos para determinar la tratabilidad del agua residual problema o comparar diferentes alternativas de tratamiento para un mismo efluente, logrando una calidad de agua tratada para cumplir con estándares de descarga, para reúsos específicos y/o reciclamiento.



## ***Laboratorio de tratamiento de aguas residuales municipales***

El laboratorio de tratamiento de aguas residuales municipales y la planta de tratamiento cuentan con una infraestructura de alto nivel para realizar investigación y desarrollo de tecnología para la remoción de materia orgánica, nutrientes y microorganismos patógenos, así como para el reuso de efluentes en agricultura y acuicultura. El laboratorio proporciona servicios tecnológicos para la caracterización y verificación de descargas, y el diagnóstico y la validación de plantas de tratamiento tipo paquete y centralizadas.





## ***Laboratorio de riego y drenaje***

Este laboratorio se integra con las áreas de física de suelos, química de suelos y modelos físicos, y tiene montadas 35 técnicas de análisis de suelo y agua para fines agrícolas.



## ***Laboratorio de potabilización***

Cuenta con la tecnología para obtener, preservar y conservar muestras procedentes de plantas potabilizadoras y fuentes de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, realizar investigación, simular procesos de potabilización, evaluar plantas potabilizadoras y procesos de desinfección, y medir parámetros de campo y laboratorio relacionados con los procesos de potabilización del agua.





## ***Laboratorio de calibración de sensores meteorológicos***

Tiene como objetivo apoyar la obtención de mediciones atmosféricas confiables, referenciándolas a instrumentos patrón con trazabilidad. Se calibran sensores de estaciones meteorológicas automáticas o sensores electrónicos de operación independiente para validar la calidad y confiabilidad de sus mediciones. Cada sistema de calibración tiene un instrumento patrón de referencia con trazabilidad hacia los instrumentos patrón del Centro Nacional de Metrología.



## ***Laboratorio de hidrobiología***

Cuenta con equipo especializado para la detección de compuestos mutagénicos, genotóxicos y toxicidad presente en muestras ambientales (agua, descargas industriales y municipales, sedimento, tejido, materiales, etc.), así como para la identificación de indicadores biológicos de contaminación, control de malezas acuáticas, determinación de clorofilas, materia orgánica en sedimentos y granulometría.





## ***Laboratorio de hidrología isotópica***

Desarrolla metodologías para la aplicación de los isótopos estables y radiactivos existentes en el medio ambiente, tanto de origen natural como artificial, así como de trazadores químicos, fluorescentes y radiactivos adicionados artificialmente para caracterizar y simular el comportamiento de los sistemas hidrológicos. Asimismo, realiza modelos físicos reducidos para la simulación de la fenomenología del medio subterráneo y desarrolla instrumentación de registro digital para el monitoreo de la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas.



## ***Laboratorio de hidrogeoquímica***

Ofrece servicios para estimar y evaluar riesgos ambientales y elaborar conceptos de saneamiento de agua, sedimentos y suelos contaminados.





## ***Laboratorio de mecánica de suelos***

Realiza caracterizaciones de suelos desde el punto de vista geotécnico para satisfacer las necesidades que sobre el tema tiene el sector agua del país.



## ***Laboratorio de comunicación***

Desarrolla métodos y herramientas de comunicación para apoyar procesos de transferencia de tecnología y procesos de capacitación; se encarga de la difusión de proyectos asociados con el agua.





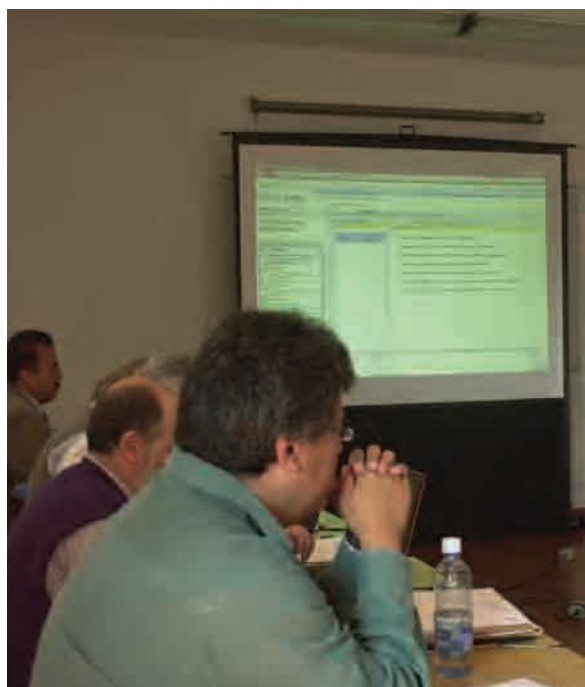
## ***Centro de cómputo***

Supervisa los servicios para el mantenimiento y operación del parque informático y administra la red instalada en las oficinas, laboratorios, centro de capacitación, Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, y planta de tratamiento. Proporciona recursos y servicios de cómputo para apoyar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Además, desarrolla, adapta y transfiere nuevas tecnologías informáticas para la capacitación y sistemas de información para el sector hidráulico nacional.



## ***Centro de capacitación***

El centro de capacitación que opera dentro de las instalaciones del IMTA en Jiutepec, Morelos, fue diseñado con el fin de brindar las condiciones adecuadas para que el proceso de enseñanza-aprendizaje se realice en un ambiente de inmersión total.





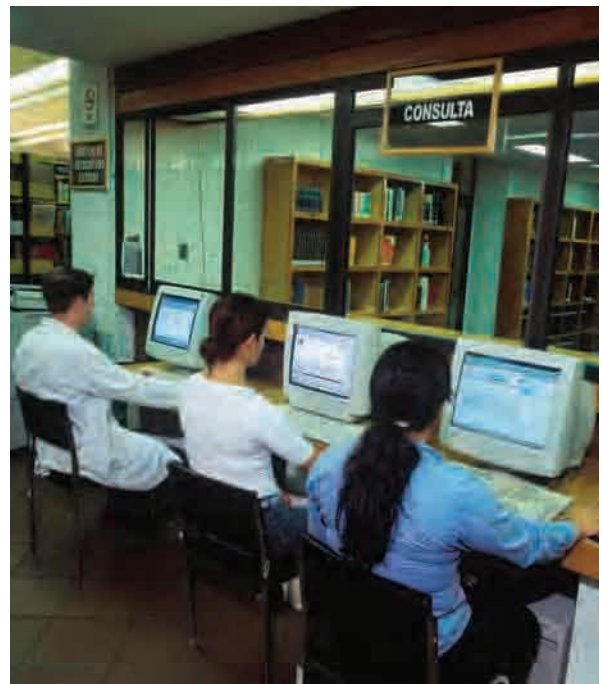
## ***Área de educación ambiental***

Es un lugar destinado a la impartición de cursos y talleres de educación ambiental, con énfasis en el recurso agua, a educadores formales y no formales, así como a niños y jóvenes.



## ***Centro de Conocimiento del Agua***

Es un centro de información científica y tecnológica relacionada con el agua en el que, además de los servicios bibliotecarios de consulta, asesoría, préstamo y fotocopiado que se ofrecen al público en general, presta servicios especializados de información, búsquedas bibliográficas internacionales y servicios electrónicos de información.





## ***Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la UNAM***

La creación, en las inmediaciones del IMTA, del Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, es parte del convenio de colaboración establecido por ambas instituciones para vincular la academia con los procesos de desarrollo tecnológico.





## Administración

El presupuesto de ingresos autorizado y su ejercicio se detalla en la tabla siguiente:

### ESTADO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO 2008 (miles de pesos)

INGRESOS		EGRESOS	
CONCEPTOS	ACUMULADO	CONCEPTO	ACUMULADO
	OBTENIDO		EJERCIDO
TOTAL DE INGRESOS	434,133	TOTAL DE EGRESOS	377,305
DISPONIBILIDAD INICIAL	50,448	GASTO CORRIENTE	362,179
		SERVICIOS PERSONALES	174,982
		MATERIALES Y SUMINISTROS	14,019
CORRIENTES Y DE CAPITAL	169,600	SERVICIOS GENERALES	173,178
VENTA DE BIENES	1,100		
		INVERSIÓN FISICA	15,126
VENTA DE SERVICIOS	168,500	BIENES MUEBLES E	14,215
		INMUEBLES	911
		OBRA PUBLICA	
TRANSFERENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL	214,085	DISPONIBILIDAD FINAL	56,828
CORRIENTES	211,123	TOTAL DE RECURSOS	434,133
SERVICIOS PERSONALES	174,982		
MATERIALES Y SERVICIOS	36,141		
INVERSIÓN FISICA	2,962		

Durante 2008 se adquirieron bienes de consumo e instrumentales por un monto de 23.66 millones de pesos y se adjudicaron 57 contratos con un importe de 84.50 millones de pesos.

*Conocimiento y tecnología para la gestión sustentable del agua. Informe 2008*, se terminó de imprimir en el mes de marzo de 2009 en los talleres de Offset Rebosán, S. A. de C. V., Av. Acueducto 115, Col. Huipulco Tlalpan, México, D.F., 14370. La edición consta de setecientos ejemplares.

[www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx)

