

# 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.

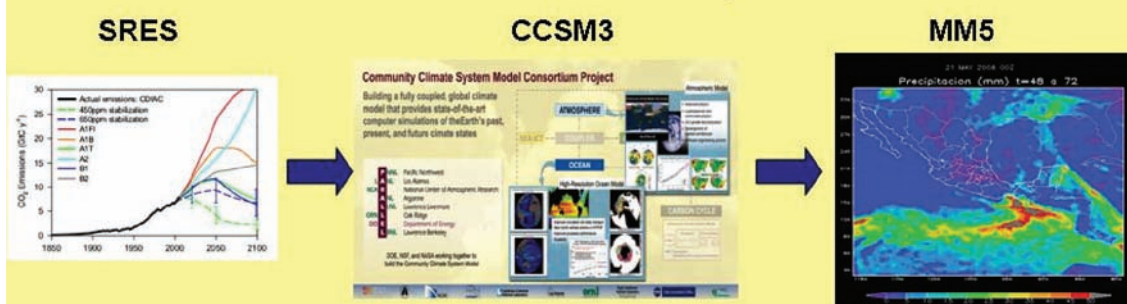
## ***Identificación de modelos climáticos globales y regionales adecuados a las condiciones de México***

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





## REDUCCIÓN DE ESCALA DINÁMICA Procedimiento conceptual



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.

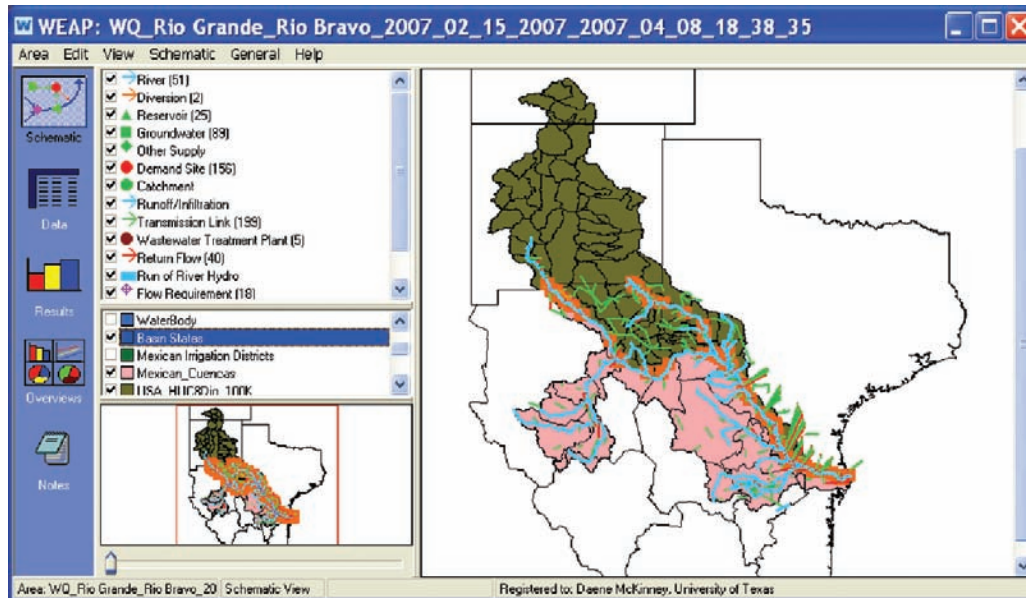
Si bien las simulaciones del clima regional obtenidas son realistas, aún requieren de un análisis climatológico más profundo para evaluar el periodo correspondiente al siglo XX y el escenario de proyección del siglo XXI.

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.

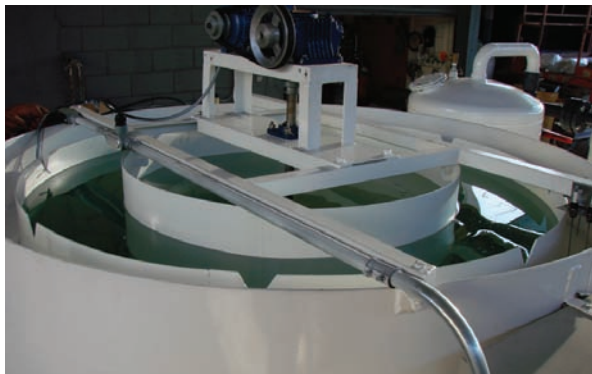
de agua, así como simular y analizar el comportamiento de los sistemas en el tiempo.

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, Jiutepec, 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.





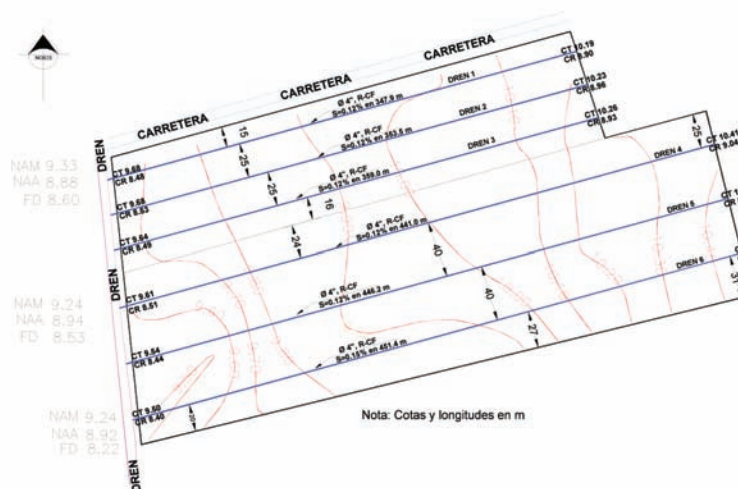
## Evaluación del prototipo BIOSTAR-1 para tratamiento de aguas residuales

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  $N-NH_4^+$ , 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.

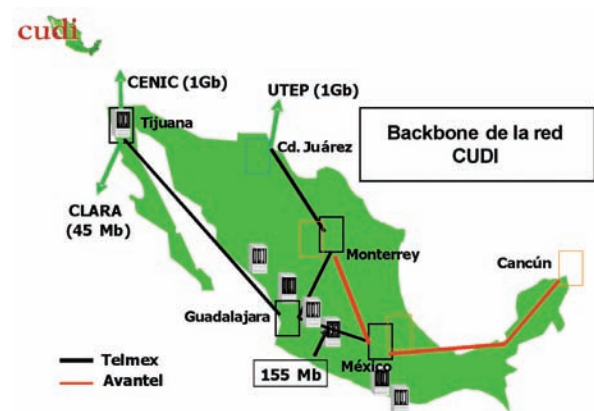


El observatorio es una herramienta que apoya la labor de los tomadores de decisiones para monitorear, prevenir y revertir conflictos que se presentan en la gestión del agua.

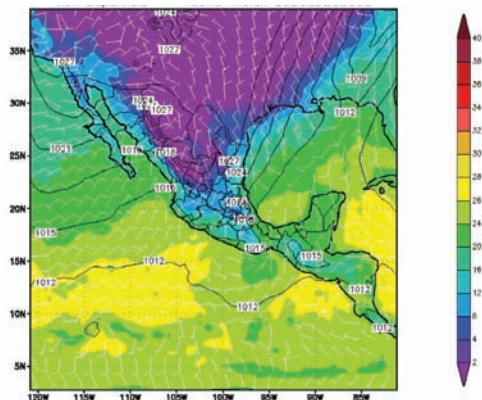
## ***Afiliación a la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet 2 (CUDI) e inicio de operaciones***

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.

