

Conocimiento y tecnología para la gestión sustentable del Agua

INFORME ANUAL IMTA
2014



CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA

INFORME ANUAL IMTA
2014

INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

CONTENIDO

Presentación

Mensaje del Director General
El IMTA en México
El IMTA en síntesis

Principales Resultados

- 1 Investigación, desarrollo tecnológico e innovación**
- 2 Asesoría y servicios tecnológicos**
- 3 Formación de recursos humanos**
- 4 Promoción y difusión del conocimiento**
- 5 Cooperación técnica internacional**
- 6 Otras actividades relevantes**
- 7 Premios y distinciones**

Anexos

- 1 Vinculación con centros de investigación, desarrollo tecnológico y universidades**
- 2 Administración**
- 3 Proyectos 2014 que conforman estrategias integrales de atención**
- 4 Catálogo de proyectos desarrollados (diciembre 2014)**

PRESENTACIÓN

El Programa Institucional del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 2014-2018, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* en abril de 2014, es un instrumento que se estructuró con el fin de contribuir al cumplimiento de las metas del Plan Nacional de Desarrollo (PND), del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales y del Programa Nacional Hídrico. De manera especial, la contribución del IMTA al PND se enmarca dentro de cuatro de las cinco Metas Nacionales que el Plan muestra como los puntos críticos más importantes que se deben atender.

Dentro de este marco, se puede apreciar la relevancia de las tareas sustantivas del Instituto y percibir de una manera más clara la contribución que el IMTA hace a la sociedad. Prueba de ello son los resultados obtenidos por el Instituto durante 2014, como se describe en el presente documento.

De manera global, destaca la mayor integración del IMTA dentro del sector hídrico mediante una colaboración más estrecha con la Comisión Nacional del Agua (Conagua) en temas de relevancia para el país y la propuesta de soluciones a los diversos actores y usuarios del sector agua y medio ambiente, la generación de información científica para que los tomadores de decisiones soporten con mejores criterios la planeación, el diseño y la ejecución de políticas públicas que respondan a la problemática hídrica propia de nuestra nación y se ponen a disposición innovaciones que se aplican en diversas regiones de nuestro país, entre otros logros.

En cuanto al objetivo de generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua, se pusieron a disposición tecnologías de tratamiento a nivel intradomiciliarios para aguas residuales en escala de hasta cinco casas-habitación, así como para mejorar las condiciones sanitarias en escuelas periurbanas con escasos recursos hídricos y económicos, lo que permite disponer de mayor cantidad de agua de primer uso y reusar el agua residual, además y la tecnología BIOSTAR que se adaptó para tratamiento de aguas residuales provenientes de actividades comerciales.

Dadas sus capacidades técnicas, el IMTA se ha incorporado a las comisiones de seguimiento de los 34 Compromisos de Gobierno que corresponden a proyectos de inversión en infraestructura hidráulica. Destaca, como parte de estos compromisos, la solicitud de la Conagua para la caracterización y diagnóstico de la seguridad de 11 presas en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Tamaulipas, clasificadas con alto riesgo.

En el contexto internacional, por primera vez el Instituto colabora de manera cercana con la Conagua, desde un esquema conjunto, para la elaboración de la Estrategia Internacional del sector hídrico en México, plasmada en el Objetivo 6 del Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018 que busca consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua. Por su parte, en el marco del Programa Hidrológico Internacional mediante el Comité Nacional Mexicano se ha establecido con el IMTA siete programas de investigación desde una perspectiva global en materia de agua.

En relación con los fenómenos meteorológicos extremos, el IMTA apoya en la coordinación, seguimiento, supervisión, integración y análisis del Programa de Medidas para Prevenir y Enfrentar la Sequía, en donde se busca evolucionar de lo reactivo a lo proactivo en cuanto a la atención a la sequía a través de medidas preventivas que mitiguen sus efectos, y acciones y estrategias

estructurales y de gestión para ahorrar agua y utilizarla más eficientemente, ajustándose a la disponibilidad temporal.

En materia de política hídrica, el IMTA ha colaborado inicialmente en la elaboración del PNH, así como en las siguientes tareas de su instrumentación mediante diversos proyectos como el análisis de compatibilidad de las políticas actuales con los objetivos que plantea el PNH, el diseño de indicadores para seguimiento y evaluación del Programa, contenidos de la estrategia de comunicación, mecanismos y soporte para la coordinación multisectorial e intrainstitucional, entre otros.

Algunos de los proyectos relevantes por su impacto en la salud humana son el estudio de factibilidad de la remediación del acuífero Cuautitlán-Pachuca, localmente contaminado por cromo en la zona de Lechería, Tultitlán, Estado de México, la selección de trenes de tratamiento e ingeniería básica para potabilizar 21 fuentes de abastecimiento en la Comarca Lagunera, Durango, y el compromiso de gobierno para la asistencia técnica brindada para la revisión del diseño de la ingeniería de proceso, así como en las etapas de construcción, puesta en marcha e inicio de operación de la planta potabilizadora de la mina del Cerro Proaño, en Fresnillo, Zacatecas.

El presente informe es una muestra de que el IMTA se conforma por personas comprometidas con su trabajo y el país, y que entre sus virtudes se destaca la vocación para contribuir al desarrollo de capacidades del sector hídrico en México. Sirva también como agradecimiento a las entidades e instituciones del sector público y privado, por su confianza depositada al Instituto y que ha permitido alinear esfuerzos y trabajar en conjunto con la intención de lograr un mayor desarrollo en la ciencia y tecnología, políticas hídricas y formación de personal especializado en el sector agua, como se detalla en el presente documento.

El IMTA en México

Incidencia del IMTA
en la república mexicana

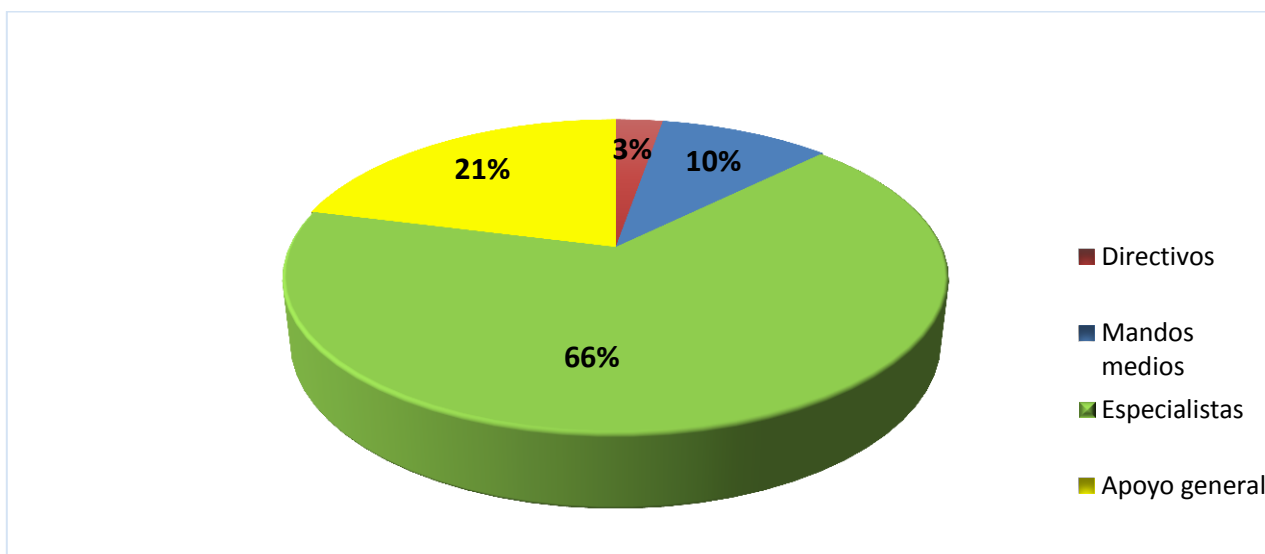
Acciones por estado



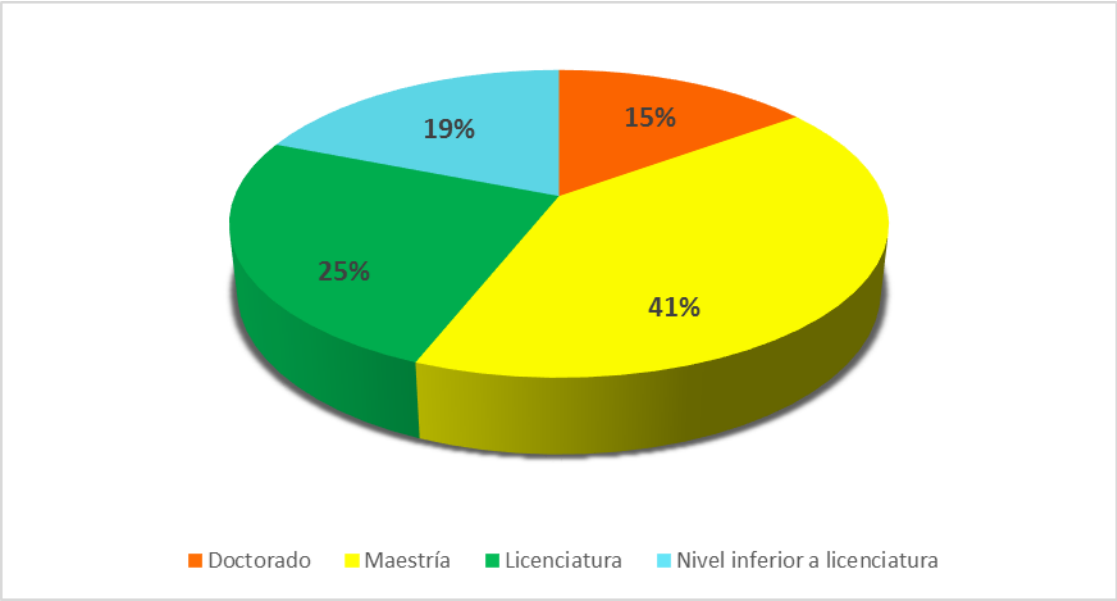
El IMTA en síntesis

Potencial humano

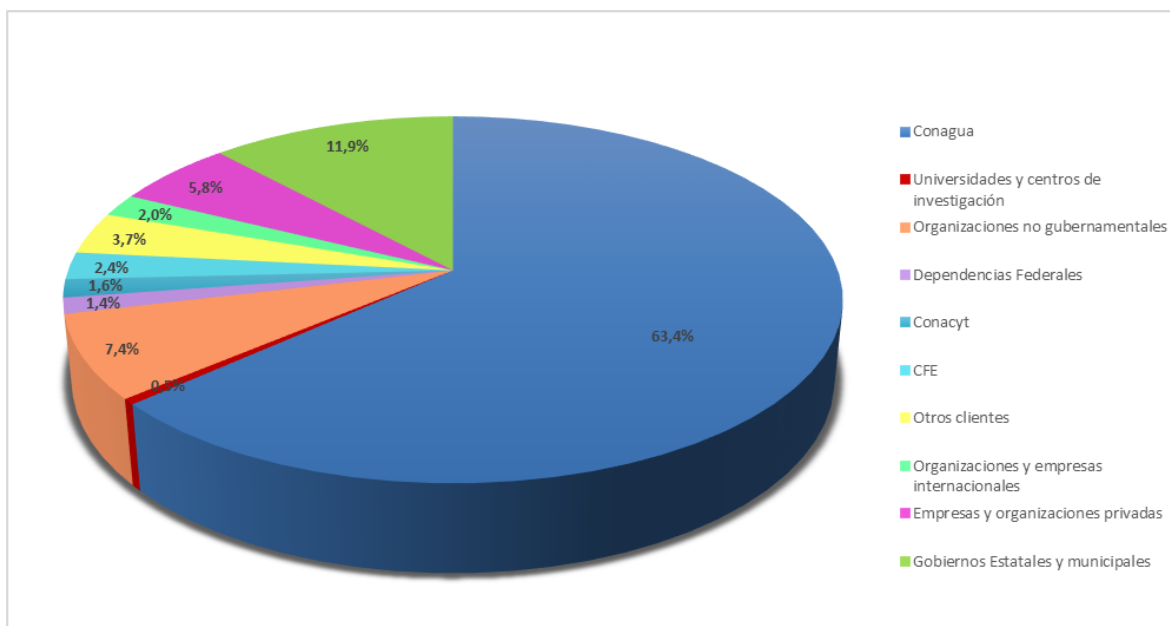
Personal por nivel de puesto



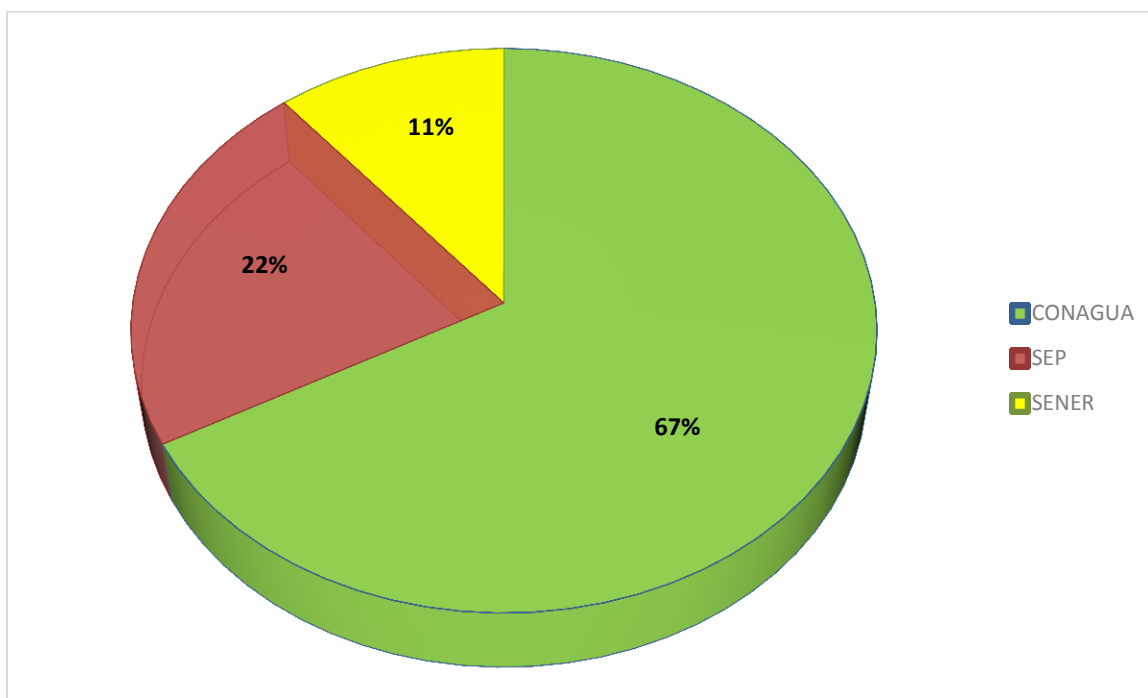
Personal por grado académico



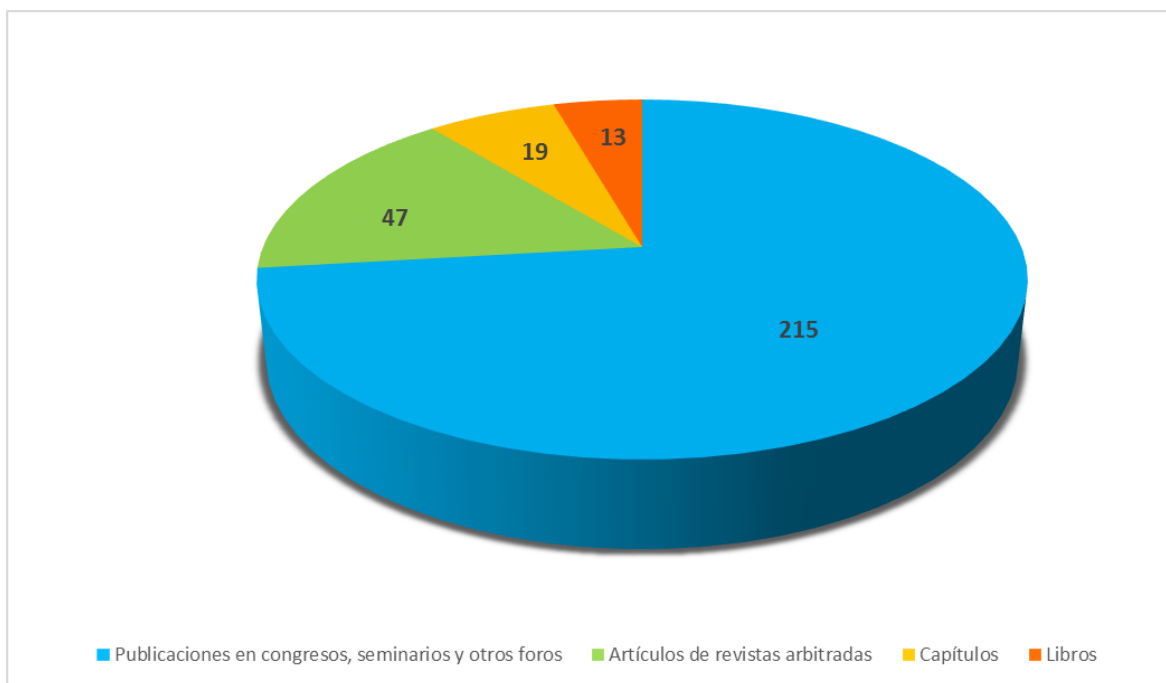
Instituciones con las que colabora el IMTA



Investigación con fondos sectoriales Conacyt



Producción científica



Libros editados

Título	ISBN	Editorial	Autor	Lugar y fecha de publicación
<i>Reflexiones y expresiones de la vulnerabilidad social en el Sureste de México</i>	978-607-7563-89-1	IMTA-CATIE	Varios. (Eds. Denise Soares, Gemma Millán e Isabel Gutiérrez)	Jiutepec, Mor., enero 2014. Versión impresa.
<i>Agua y territorio: derechos de los ciudadanos y</i>	978-607-7563-81-5	IMTA-Colmex- Universidad Autónoma de	Varios. (Ed. Judith Domínguez)	Jiutepec, Mor., febrero 2014. Versión

<i>organización administrativa</i>		Madrid		impresa.
<i>Evaluación de costos de adaptación al cambio climático en organismos operadores de agua</i>	978-607-7563-99-0	IMTA	Héctor Camacho	Jiutepec, Mor., febrero 2014. Versión digital.
<i>Control biológico del lirio acuático en México. Primera experiencia exitosa con neoquetinos en distritos de riego. Vol. I</i>	978-607-7563-90-7 (OC) 978-607-7563-91-4 (V. I)	IMTA	Ovidio Camarena Medrano y José Ángel Aguilar Zepeda	Jiutepec, Mor., marzo 2014. Versión digital.
<i>¡Aguas con el agua!</i>	978-607-9368-02-9 (vi) 978-607-9368-03-6 (vd)	IMTA-Semarnat-Conagua	Rius	Jiutepec, Mor., marzo 2014. Versión impresa. Octubre 2014. Versión digital.
<i>Diseño hidrológico del terreno (sistema Keyline), en parcelas agrícolas con precipitación limitada</i>	978-607-9368-00-5	IMTA	Héctor G. Cortés Torres y J. Javier Ramírez Luna	Jiutepec, Mor., abril 2014. Versión digital.
<i>Estudio ecosistémico del lago de Pátzcuaro. Aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable. Vol. II</i>	978-607-7563-87-7	IMTA	Varios. (Eds. Rubén Huerto y Sergio Vargas)	Jiutepec, Mor., mayo 2014. Versiones impresa y digital.
<i>Directrices, lineamientos y guía metodológica para la evaluación de la adopción social de ecotecnias en</i>	978-607-9368-06-7 (vi) 978-607-9368-08-1 (vd)	IMTA	José Luis Martínez Ruiz	Jiutepec, Mor., junio 2014. Versión impresa. Julio 2014. Versión digital.

<i>localidades marginadas menores a 2,500 habitantes.</i>				
<i>Operación y mantenimiento de redes entubadas de riego.</i>	978-607-9368-05-0 (vi) 978-607-9368-04-3 (vd)	IMTA	Varios. (Ed. Rafael Espinosa)	Jiutepec, Mor., junio 2014. Versión digital.
<i>Memorias. Los retos de la adopción tecnológica en el sector hídrico de Latinoamérica</i>	978-607-9368-05-0 (vi) 978-607-9368-04-3 (vd)	IMTA	Varios. (Coord. Roberto Romero Pérez y Denise Soares Moraes)	Jiutepec, Mor., julio 2014. Versión digital.
<i>Viabilidad y barreras para el ejercicio del Derecho Humano al Agua y Saneamiento en México</i>	978-607-7563-94-5 (vi) 978-607-7563-93-8 (vd)	IMTA	Varios. (Ed. Ricardo López, Eduardo López y José Luis Martínez)	Jiutepec, Mor., julio 2014. Versiones impresa y digital.
<i>Avances en la hidráulica de redes de distribución de agua potable</i>	978-607-9368-12-8 (vi) 978-607-9368-11-1 (vd)	IMTA	Tzatchkov Velitchkov, Víctor Bourguett, Víctor Alcocer y Felipe Arreguín	Jiutepec, Mor., octubre 2014. Versiones impresa y digital.
<i>Sistemas de humedales para el manejo, tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua</i>	978-958-7223-19-09	IMTA- Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia	Varios. (Coord. Armando Rivas y Diego Paredes)	Jiutepec, Mor., octubre 2014. Versión digital.
<i>Estado del arte de la remediación de acuíferos contaminados</i>	978-607-7563-83-9	IMTA- Semarnat	Carlos Gutiérrez y Leticia Becerra	Jiutepec, Mor., octubre 2014. Versión digital.
<i>Sectorización de redes de agua potable</i>	978-607-9368-13-5	Fondo Editorial IMTA-ANEAS	Leonel Ochoa Alejo	Jiutepec, Mor., noviembre 2014. Versión impresa.
<i>El arte de programar en R. Un lenguaje para</i>	978-607-9368-15-9	IMTA-UNESCO	Sergio Santana y Efraín Mateos	Jiutepec, Mor., noviembre

<i>la estadística</i>				2014. Versión digital.
<i>Hidrología básica</i>	978-607-9368-19-7 (vi) 978-607-9368-20-3 (vd)	IMTA-UNAM	Lilia Reyes Chávez y Carlos Agustín Escalante Sandoval	Jiutepec, Mor., diciembre 2014. Versiones impresa y digital.
<i>Congreso IMTA 2014</i>	978-607-9368-18-0	IMTA	Varios. (Eds. Víctor Bourguett y Ariosto Aguilar)	Jiutepec, Mor., diciembre 2014. Versión digital.
<i>Diversidad, conservación y uso de macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico</i>	978-607-9368-21-0	IMTA- Semarnat- Universidad de Costa Rica- Universidad Autónoma de Querétaro	Varios. (Eds. Perla Alonso, José Manuel Mora, Bruce Campbell y Monika Springer)	Jiutepec, Mor., diciembre 2014. Versión digital.
<i>Aspectos de metodología de la investigación e historia de la hidráulica</i>	978-607-9368-17-3	IMTA	Edmundo Pedroza González	Jiutepec, Mor., diciembre 2014. Versión digital.

Patentes 2014 y modelos de utilidad

NÚM.	NOMBRE	ESTATUS
1	Banco universal de pruebas para dispositivos domésticos utilizadores de agua y similares.	Título 202202
2	Dispositivo para aireación y circulación de lagos y embalses y método de operación.	Título 273455
3	Banco de pruebas de los elementos que conforman las tomas domiciliarias.	Título 233877
4	Método para el tratamiento de lodos provenientes del tratamiento de agua, recuperación de coagulante y disposición 50% IMTA/SILICATOS.	Título 227928
5	Mezcla cruda para la producción de Clinker de cemento tipo Portland resistente a la corrosión microbológica.	Título 282541
6	Válvula con cámara de amortiguamiento paralelas para la separación y expulsión de aire en la toma de agua domiciliaria.	Título 237185
7	Sistema de floculación accionado por aire.	Título 250205
8	Formulación de micoherbicida para el control del lirio acuático.	Título 286577
9	Utilización del tabachín y de la jacaranda en biofiltros utilizados en el tratamiento de aguas residuales (copropiedad IMTA/CRIQ).	Título 299532
10	Proceso de tratamiento biológico aerobio de aguas residuales, mediante biocinta sumergida e instalación para su realización (BIOSTAR 1).	Título 308091
11	Método de biofiltración de un efluente líquido.	Título 306035
12	Estructura para disipación de energía y aeración de corrientes.	Título 309388
13	Limitador de gasto para redes de riego a presión.	Título 315201
14	Estructura orientadora de flujo de vertedores de excedencias tipo abanico completo.	Título 322928

15	Modificación a la tecnología de filtración en múltiples etapas para reúso de agua en la acuicultura, con descarga cero.	Título 325064
16	Sistema de calibración para sensores de temperatura (SICAST).	Título 322188
17	Concentrador solar de paredes planas para la desinfección del agua para consumo humano.	Modelo de utilidad Título 2662
18	Biorreactor como planta de tratamiento compacta de aguas residuales municipales con un soporte sintético.	Modelo de utilidad Título 2861
19	Sistema electromecánico portátil para simplificar la medición del flujo de agua en canal abierto.	Modelo de utilidad Título 3065
20	Banco de pruebas para válvulas hidráulicas de compuerta y mariposa 2" hasta 12".	Examen de fondo
21	Método para producir un medio filtrante orgánico activado con basidiomicetos y método para su uso en biofiltros, para remover moléculas recalcitrantes, color y reducir toxicidad en aguas residuales.	Examen de fondo
22	Remoción de arsénico por electrocoagulación utilizando un reactor a flujo pistón y un tren complementario de tratamiento conformado por floculación mejorada, sedimentación y filtración.	Examen de fondo
23	Tratamiento de lixiviados de solución nutritiva y su reúso en cultivos de hidroponía.	Examen de fondo
24	Sistema combinado de biofiltración-humedal para el tratamiento de aguas residuales de viviendas unifamiliares.	Examen de fondo
25	Dispositivo aspersor modificado para riego.	Examen de fondo
26	Remoción de nitrógeno en un reactor biológico por combinación de biomasa sumergida en lecho fijo, y suspensión (modificación del sistema de lodos activados Ludzack-Ettinger).	Examen de fondo
27	Reactor biológico para el tratamiento de efluentes contaminados a base de vermifiltración.	Examen de fondo

28	Caudalímetro ultrasónico de nivel.	Examen de fondo
29	Prueba diagnóstica para compuestos inductores de daños biológicos causados por alteraciones en la expresión genética.	Examen de fondo
30	Mezcla cruda para la elaboración de Clinker y la subsecuente producción de cemento tipo Portland y concreto resistentes al ataque ácido químico directo.	Examen de fondo
31	Utilización de bagazo de agave y de cáscara de nuez en biofiltros utilizados para el tratamiento de líquidos residuales.	Examen de fondo
32	Estación hidrométrica itinerante, auxiliar en operaciones de aforo con molinete.	Examen de fondo
33	Sistema de calibración para sensores de humedad relativa.	Examen de fondo
34	Sistema de calibración para sensores de presión atmosférica (SICASPAT).	Examen de forma
35	Sistema de calibración para pluviómetros digitales (SICAP).	Examen de forma
36	Metrosonda.	Examen de forma
37	Dispositivo magnético para el tratamiento de agua.	Examen de forma
38	Desarenador convencional para obras de generación hidroeléctrica.	Examen de forma
39	Pluviógrafo ultrasónico de auto-sifonamiento con telemetría.	Examen de forma
40	Caudalímetro ultrasónico de tres niveles con telemetría.	Examen de forma
41	Integrador digital de datos de estaciones hidroclimatológicas convencionales.	Examen de forma
42	Sonda electrónica con corrección por desviación de la vertical	Examen de forma
43	Sensores inteligentes de temperatura y humedad relativa para estaciones agrometeorológicas	Examen de forma
44	Banco de pruebas para la evaluación de la conformidad de medidores para agua potable fría	Examen de forma

PRINCIPALES RESULTADOS

1. INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

- *Métodos analíticos para determinación de compuestos emergentes en agua*

TC1402.1

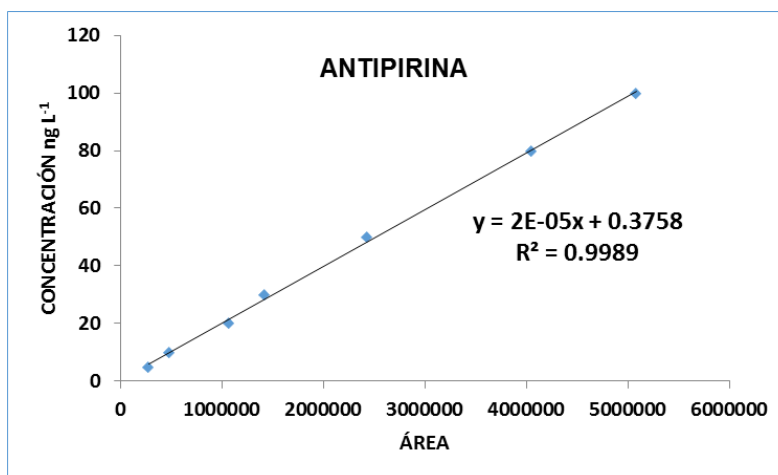
La actividad humana crea alteraciones en su entorno. En la actualidad entre los contaminantes en estudio se encuentran los emergentes, compuestos de diferente origen y naturaleza química, de los que se sabe poco respecto de su impacto en el ambiente. Los fármacos y sus derivados, esteroides y hormonas, productos de cuidado personal, aditivos y agentes industriales, entre otros, se consideran contaminantes emergentes. Por sus características intrínsecas, los fármacos son sustancias altamente solubles en agua que se liberan al medio ambiente vía excreción, vertido de los productos no utilizados o caducos o por los residuos de procesos de producción, por lo que pueden estar presentes en todas las etapas del ciclo del agua. Los sistemas de tratamiento convencionales de agua potable y residual no son capaces de eliminarlos. Ello hace necesario identificar y cuantificar su presencia con nuevos y más sensibles métodos de análisis.

Derivado de una búsqueda bibliográfica de metodologías para análisis de fármacos en agua, se seleccionaron las metodologías para identificación y cuantificación de 13 fármacos que comprenden: analgésicos, betabloqueadores, broncolíticos, secretolíticos y drogas antineoplásticas. La metodología consiste en la extracción en fase sólida de los compuestos e identificación y cuantificación por cromatografía de líquidos con ionización por electrospray y detector de masas-masas.

Se definió el método instrumental y el de extracción en fase sólida con cartuchos HLB polimérico de 60 mg/³mL, obteniéndose los siguientes porcentajes de recuperación en seis de los fármacos: pindolol 71.7%, sulfametazole 114.6%, 4-dimetilaminophenazone 44.0%, betaxolol 128 %, antipirina 104%, ifosfamida 97.2% y propilphenazona 79.99 por ciento.

Resultados principales:

Se tendrá la posibilidad de identificar y cuantificar contaminantes emergentes (fármacos) en agua potable, residual y superficial para contribuir al desarrollo de tecnologías que permitan su remoción y evitar riesgos potenciales al medio ambiente y a la salud humana.



- *Tecnologías para la remoción de contaminantes emergentes, nutrientes y producción de energía en aguas y lodos residuales para cuencas hidrográficas de Morelos*

TC1404.1

Los contaminantes emergentes engloban a las sustancias farmacéuticamente activas, las hormonas naturales y sintéticas, los productos de aseo personal, los plastificantes, detergentes, retardantes de flama, muchos otros aditivos industriales y algunos microorganismos. La principal vía de entrada de los contaminantes emergentes al ambiente, intencional o no, es el agua residual, y han sido determinados en sistemas de drenaje en países de Norteamérica, Europa occidental, Australia y Asia oriental, en niveles que pueden estar asociados con efectos adversos en ciertos organismos acuáticos menores, aves y reptiles.

Son muy pocos los estudios de la presencia de compuestos emergentes en las aguas residuales en México. Actuando con base en el principio precautorio, resulta necesario eliminar estos contaminantes del agua residual a fin de que cese su entrada al ecosistema. Estudios previos han demostrado que las tecnologías convencionales de tratamiento de aguas residuales, tales como el sistema de lodos activados y los tratamientos fisicoquímicos no remueven de manera eficiente los contaminantes emergentes. Hay muy pocos estudios de estos sistemas en México y no se han realizado evaluaciones de sistemas implementados en las cuencas hidrográficas el estado de Morelos.

Por otro lado, la presencia de micronutrientes en los efluentes secundarios de las plantas de tratamiento de aguas residuales contribuye a la eutrofización de los cuerpos receptores, por lo que se necesitan sistemas de tratamiento eficientes para su remoción y/o recuperación. Los sistemas de tratamiento desarrollados e implementados hasta el momento han tenido como principal objetivo la remoción de los nutrientes. Actualmente, en el ámbito internacional, el énfasis está en su recuperación y aprovechamiento. Por lo

anterior, en este proyecto se realizan estudios de procesos que permitan la remoción y recuperación del fósforo.

Adicionalmente, se puede obtener energía a través del tratamiento biológico de las aguas residuales, permitiendo que el proceso de tratamiento sea más rentable.

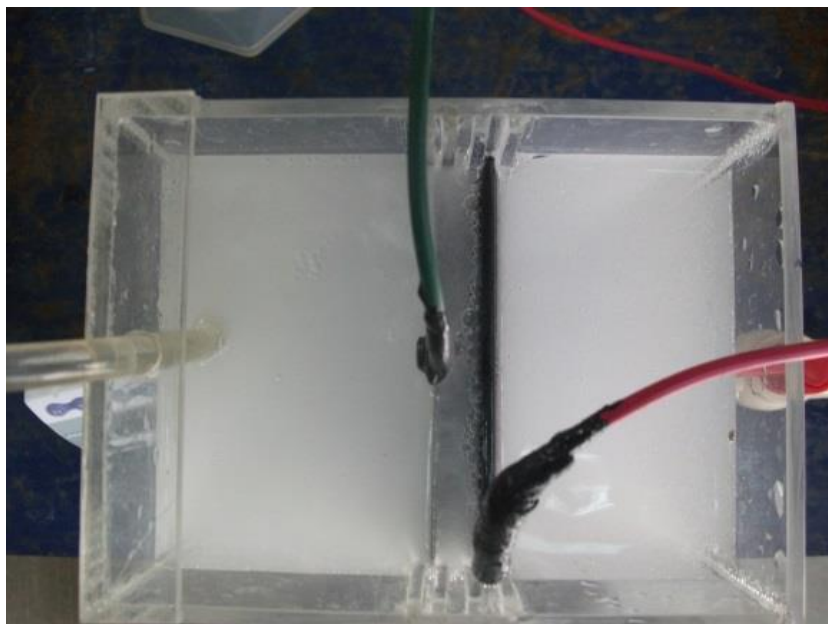
Se hicieron estudios preliminares sobre la evaluación de la capacidad de remoción de compuestos emergentes en biofiltros no convencionales con materiales naturales y sintéticos, biorreactores con membrana, oxidación avanzada y combinaciones de estos y estudios sobre la remoción de nutrientes y sobre la generación de energía a partir de agua residual con alto contenido de materia orgánica. De igual forma, se realizó el diagnóstico de la remoción de nutrientes y compuestos emergentes en los sistemas de tratamiento convencionales más utilizados en Morelos.

Resultados principales:

Este proyecto contribuirá a encontrar soluciones tecnológicas para remover compuestos emergentes y nutrientes, así como al desarrollo de tecnología para generación de energía eléctrica mediante la biodegradación de materia orgánica en las plantas de tratamiento de aguas residuales.



Sistemas de biofiltración para remover contaminantes emergentes.



Sistema de electrooxidación para remover contaminantes emergentes.

- *Indicadores de integridad ecológica y salud ambiental para las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla, Morelos*
TC1405.1

Las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla se encuentran sometidas a gran presión hídrica por el crecimiento urbano, industrial y agrícola. Las malas prácticas y poco orden en la planeación han generado una drástica alteración en sus procesos biofísicos, generando con ello problemas como inundaciones, sobreexplotación del recurso hídrico y contaminación difusa y puntual.

Estos ríos son de enorme importancia por dos razones: 1) son fuente de abastecimiento para una gran proporción de la población del estado de Morelos, así como para producción agrícola, y 2) biológicamente son una de las zonas de importancia ecológica más representativas en el estado por su biodiversidad.

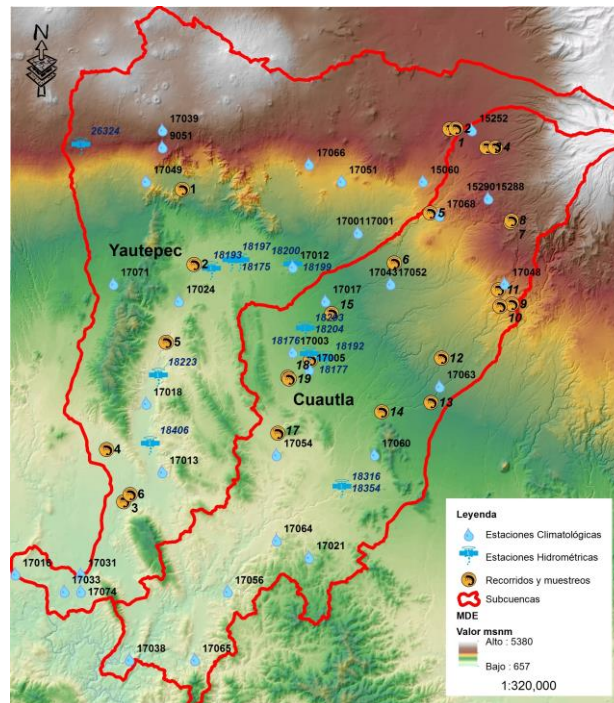
Los resultados en 2014 fueron: compilar y analizar antecedentes temáticos bibliográficos; análisis de alteraciones en los patrones de isoyetas e isothermas de los datos históricos de las estaciones climatológicas del área; determinar las alteraciones a través de cálculo de valores de significancia; análisis de contaminación puntual y difusa, así como de condiciones de calidad de agua actual, a través de la medición de 33 parámetros fisicoquímicos y medición de caudal.

De igual forma, la elaboración de un mapa unifilar de las condiciones hidrológicas de los ríos; análisis de las alteraciones geomorfológicas del sistema; medición del estado de integridad ecológica mediante el análisis ecológico de bioindicadores (macroinvertebrados y vegetación), y el desarrollo de un *software* adaptado al SIG (Sistema de Información Geográfica), que permite análisis multicapas de la problemática del sitio y con capacidades de multiusuario para ingreso de información y análisis.

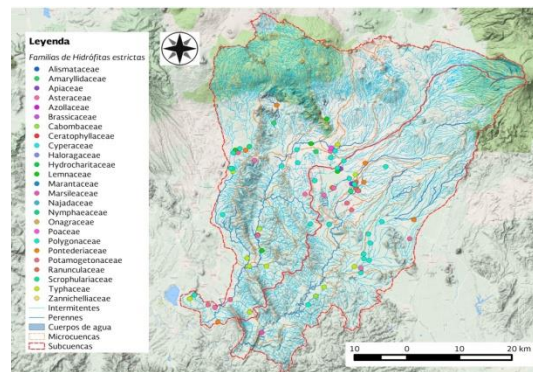
Resultados principales:

Los resultados del estudio permitirán planear la inversión económica enfocada al manejo del sistema hídrico, particularmente considerando sitios con fragilidad en

la geomorfología de cauce y con potencial de erosión, que redunde en disminuir el riesgo social por inundaciones y optimizar la inversión de recursos para un manejo sustentable de las cuencas, además de marcar acciones para recuperación de ríos y, con ello, conservar la biodiversidad a mediano plazo. De la misma manera, permitirán ubicar sitios mejor conservados que servirán de referencia. El desarrollo tecnológico del SIG para actualización continua por Internet será una herramienta de información muy potente disponible permanentemente para la toma de decisiones.



Delimitación de cuencas sobre el modelo digital de elevación.



Vegetación acuática registrada históricamente (Conabio).

- *Implementación de un sistema de información climática aplicada a la gestión de riesgo agrícola en Morelos*

TH1408.1

Por el incremento en las demandas de producción de alimentos, la urgente necesidad de conservar los recursos naturales y preservar el medio ambiente, se pone de manifiesto la necesidad de tener una agricultura sustentable. La variabilidad y el cambio climático destacan como factores que pueden incidir dramáticamente en la producción agropecuaria. De ahí la importancia de contar no solo con el conocimiento de las particularidades de estos en la región, sino también de disponer de información oportuna sobre el desarrollo presente y futuro de los procesos climáticos. Para Morelos, cuya economía en una alta proporción (aproximadamente 10% del PIB del estado) depende de la agricultura e industria relacionada, es de gran importancia disponer del conocimiento e información acerca del clima.

El sector agrícola del estado requiere de un pronóstico meteorológico que utilice la información disponible de la red de estaciones agrometeorológicas instaladas en las zonas agrícolas del estado.

Se tiene la página web con el pronóstico para Morelos, utilizando el Modelo WRF versión 3.5.1, (<http://galileo.imta.mx/IMTAFUPROMOR/WRFMOR/>). En esta página se tienen dos opciones:

1.- Mapas de pronóstico para el estado de Morelos para 24, 48 y 72 horas de las variables de: precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura máxima del suelo, temperatura mínima del suelo, humedad del suelo, agua en el dosel, Índice de Área Foliar, velocidad del viento a 10 m. Esta información se guarda por cuatro días para su consulta, con seis diferentes parametrizaciones de cúmulos de Kain-Fritsch, Betts miler Janjic, Grell Freitas ensemble, Old GFS Simplified Arakawa Schubert, Grell 3D, Old Kain-Fritsch.

2.- Tabla de pronóstico en las coordenadas de ubicación de las estaciones agrometeorológicas con datos de las variables de clima y de suelo.

Se tiene evaluación del modelo agrícola *Cropsyst* con información de Morelos para cultivar maíz. El modelo simula el desarrollo y crecimiento de la planta, el balance hídrico del suelo, el balance de nitrógeno del suelo planta, la acumulación de materia seca (biomasa y rendimiento), la producción de residuos y su descomposición y la erosión hídrica. Además, realiza un análisis del rendimiento y del impacto ambiental de las secuencias de cultivos y su gestión.

Se hace un documento de diagnóstico agrícola del estado de Morelos. Tiene información agrícola del estado y municipios, para las zonas agrícolas de riego y temporal, los tipos de cultivos, superficie sembrada por cultivos y producción obtenida.

Resultados principales:

Con este proyecto se fortalece la capacidad técnica en el conocimiento y generación de productos que ofrecen al sector agrícola de Morelos una herramienta a considerar en la toma de decisiones para lograr una agricultura sustentable.

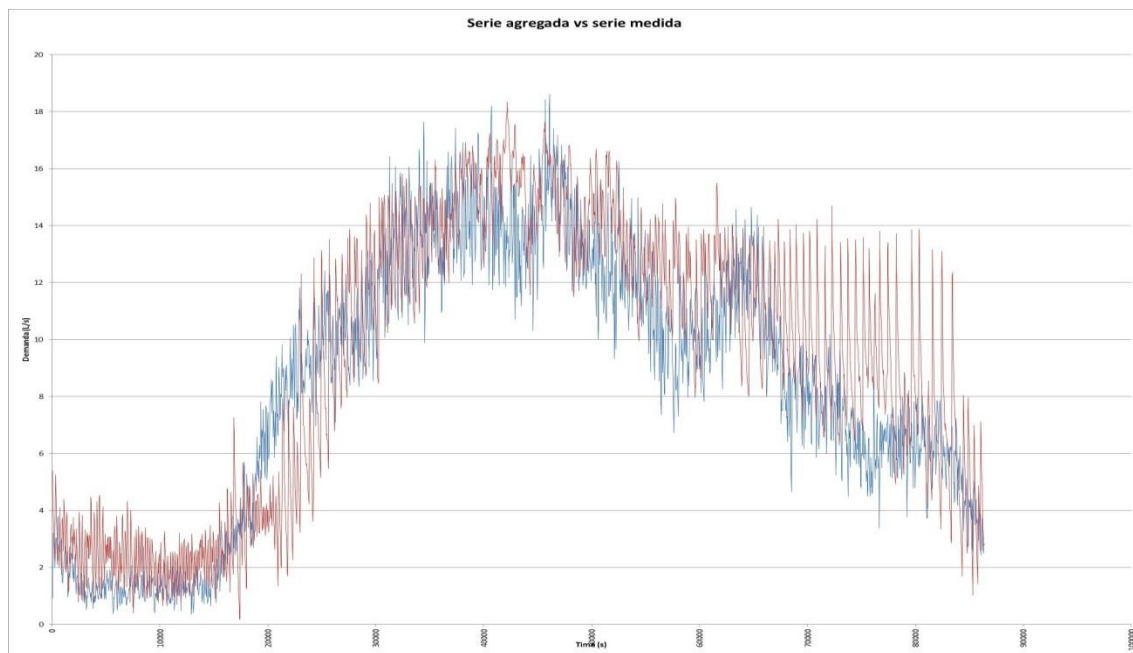
Hasta la fecha, se ha desarrollado un modelo físico y numérico de tanques, se han realizado pruebas en conjunto con organismos operadores del país, se han publicado artículos y existen avances en dos tesis doctorales sobre temas relativos al proyecto.

Resultados principales:

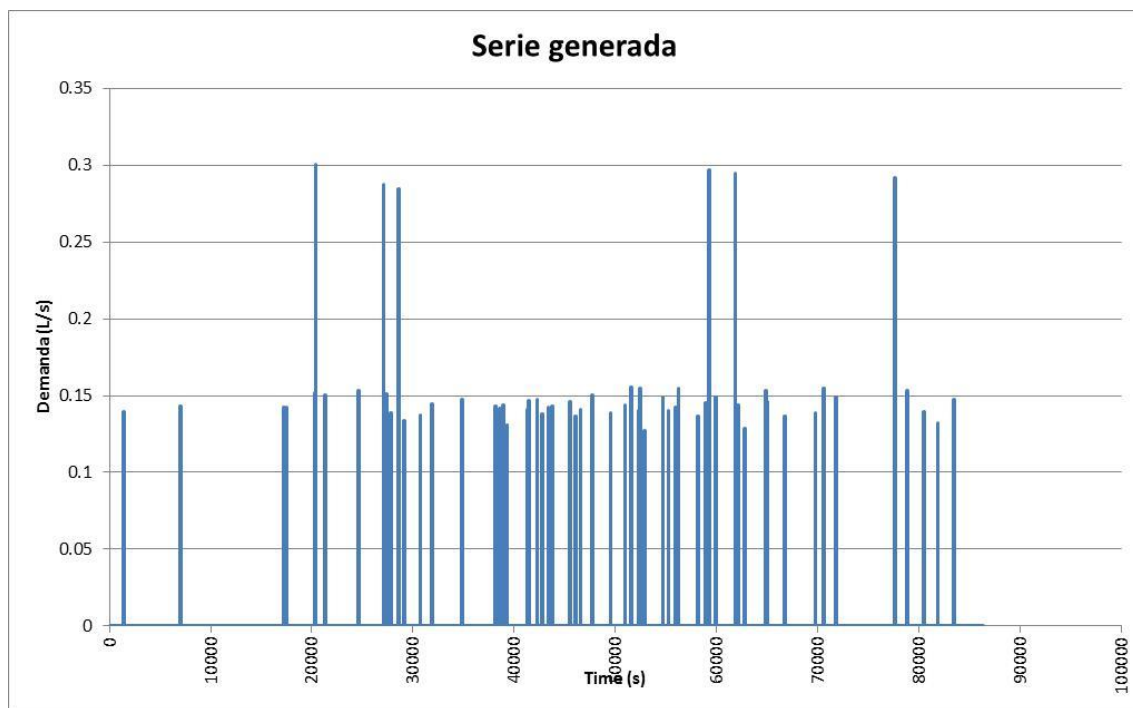
El proyecto generará un nuevo modelo de demanda estocástica, algoritmos de optimización de la sectorización, proyectos sobre agua potable más certeros y se evitará la compra costosa de *software* de modelación, con lo que se contribuye a fortalecer el abastecimiento de agua potable en el país.



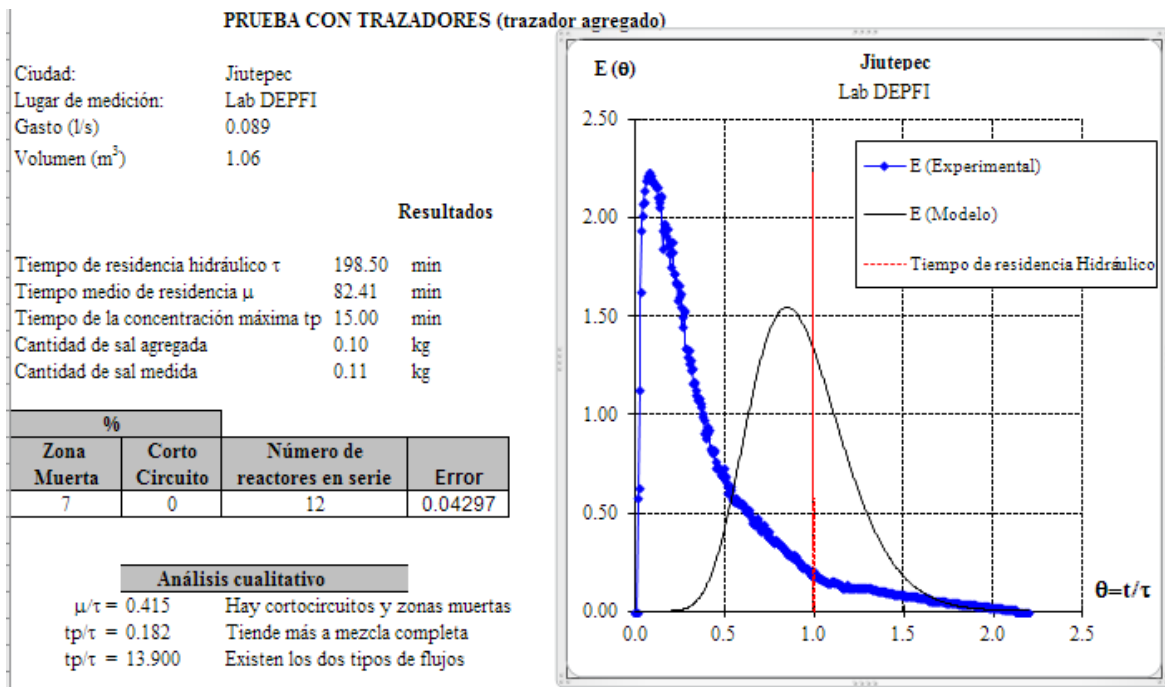
Modelo físico de tinaco en acrílico.



Comparación entre las series medida y sintética agregada, ambas a 30 segundos.



Serie sintética generada para una sola casa.



Distribución del tiempo de residencia en el tanque para la prueba 2.

- *Estudio de riesgos de inundaciones en zonas urbanas de la república mexicana*

HC1233.6

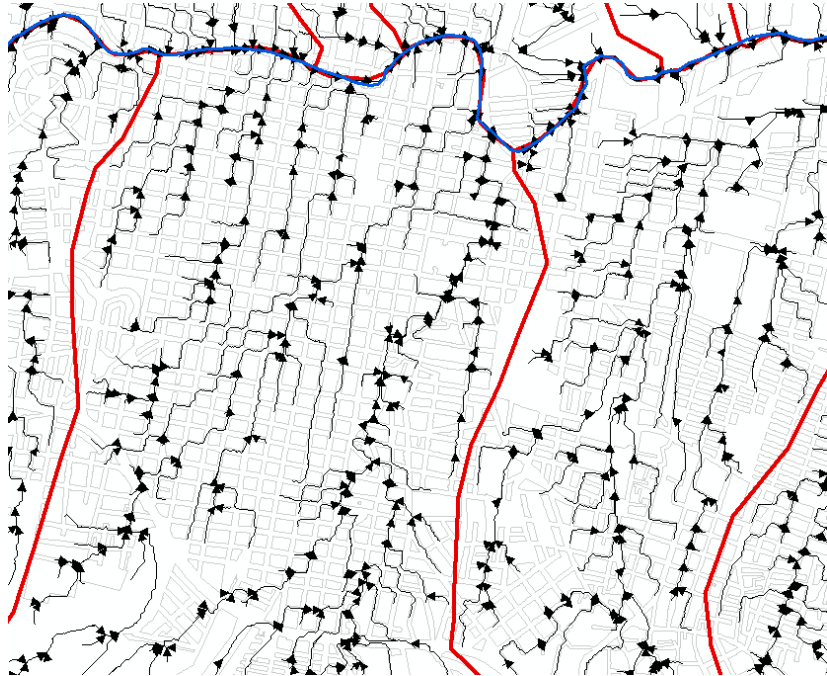
Actualmente, los proyectos y diseños de drenaje pluvial consideran de forma local el análisis y dimensionamiento de la infraestructura hidráulica, sin tomar en cuenta el impacto que se tendrá si el escurrimiento pluvial se transporta y se descarga en otra zona de la ciudad.

Es en este sentido, que el proyecto propuesto desarrolla una metodología para la generación de mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo que considera un análisis integral en el ámbito ciudad, donde se considera la infraestructura pluvial existente, el análisis fluvial y el escurrimiento en calles, gracias a que la metodología considera un análisis hidráulico e hidrológico en una y dos dimensiones. La generación de los mapas permite identificar de forma gráfica las áreas de la ciudad en las que es necesario invertir en acciones estructurales que permitan mitigar los problemas de inundaciones causados por las lluvias.

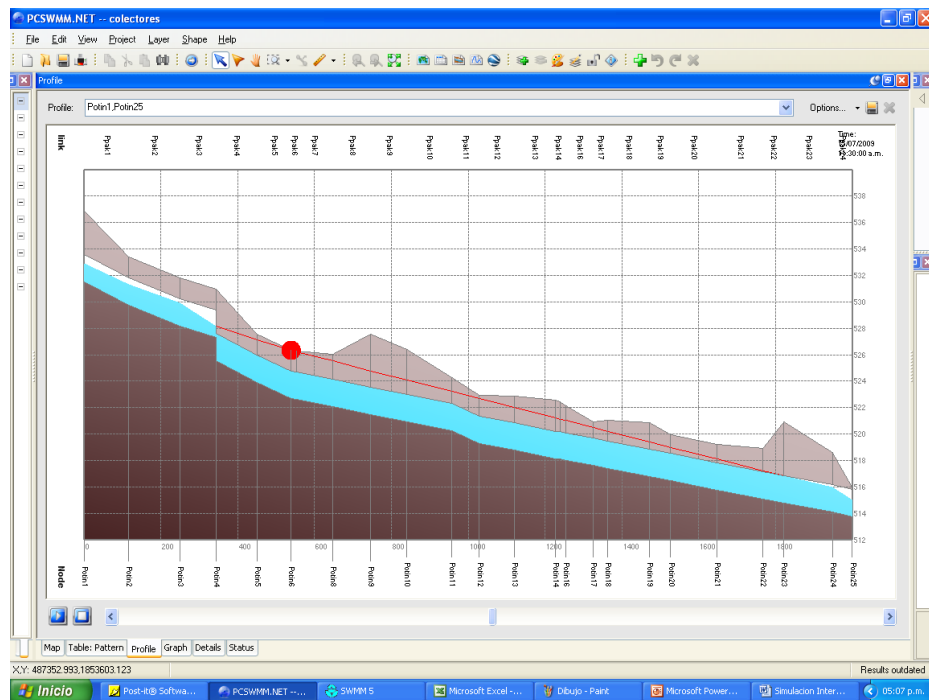
Este proyecto ha contado con el apoyo del Conacyt para su realización.

Resultados principales:

Se podrán jerarquizar acciones estructurales a escala ciudad que permitirán mitigar los problemas de inundaciones provocados por las lluvias, así como optimizar las inversiones necesarias para la construcción de infraestructura hidráulica.



Líneas de corriente a escala calle, de la cuenca San Roque.



Punto de desbordamiento en el interceptor Potinaspak, para un caudal de $15.07 \text{ m}^3/\text{s}$.

- *Micromodelos, herramienta para el estudio de procesos fluviales en laboratorio*

HC1417.1

Los micromodelos son una tecnología que usa modelos más pequeños con transporte de sedimentos para analizar la respuesta de los ríos, al colocar estructuras hidráulicas como diques o puentes para mejorar su funcionamiento.

Se realizó una investigación acerca de los micromodelos, su diseño, construcción, funcionamiento, equipos necesarios, algunos casos de aplicación, su grado de exactitud, ventajas y desventajas en comparación con los modelos de fondo móvil.

Con el objetivo de conocer de cerca el funcionamiento de los micromodelos se realizó una visita técnica al Centro de Ingeniería de Ríos Aplicada (AREC, por sus siglas en inglés), en los Estados Unidos, donde se observaron los micromodelos del río Misisipi en funcionamiento y se conocieron los equipos básicos para la medición de las principales variables en el micromodelo: Laser Escaner 3D, Laser Micro LDV y Lancha Instrumentada.

En la visita técnica se confirmó la importancia de los estudios de campo. Por ejemplo, de la toma de batimetrías en lancha, lo que hace ver que es importante contar con esta información, no sólo de una batimetría, sino de un conjunto de batimetrías en secuencia a través del tiempo que permita conocer cómo se realizan los cambios, sobre todo cuando se colocan estructuras de protección dentro del cauce que modifican el comportamiento del flujo en el río.

Quedó establecido que es necesario contar con un equipo de personal especializado para efectuar los estudios en un micromodelo, ya que es necesario realizar trabajo de campo, análisis de información, construcción del modelo, pruebas de calibración y propuestas de solución, para obtener resultados confiables.

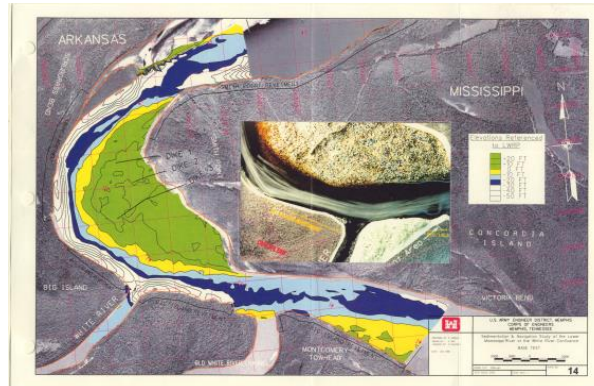
Por otra parte, se realizó el proyecto ejecutivo de un micromodelo y se logró establecer un costo aproximado, considerando la construcción del modelo y los equipos necesarios para su funcionamiento, así como el entrenamiento en el manejo de los equipos.

Resultados principales:

Esta herramienta reforzará las capacidades del laboratorio de hidráulica Enzo Levi, del IMTA, con mejores capacidades para el estudio de ríos en México.



Micromodelo del río Mississipi, donde se observa una gran isla y las obras de protección.



Funcionamiento del micromodelo. Comparación del micromodelo con el comportamiento en prototipo.



Micromodelo con instrumentación.

- *Desarrollo de instrumentación de campo, aplicada al monitoreo de estructuras hidráulicas para seguridad estructural*
HC1416.1

Por encargo de la Conagua, en los últimos cinco años el IMTA ha trabajado en proyectos relativos a la seguridad de presas. Las experiencias tenidas a lo largo de la realización de estos trabajos de campo permiten considerar valioso el desarrollo de equipos de medición con tecnología propia.

Por ejemplo, se ha trabajado en la generación de instrumentación de presas, tales como la Estación Hidrométrica Itinerante; la construcción del prototipo operativo del equipo denominado "MetroSonda", para piezómetros abiertos instalados en cuerpos de cortinas de tierra; un Inclínómetro para presas; un Limnómetro Electrónico, y la construcción de un prototipo para emplearlo como dispositivo dedicado al aforo de fugas en presas.

Ahora, se ha concluido el desarrollo del sistema de adquisición remota de datos de una red de distribución de agua y la instalación de prueba en la Estación Piloto IMTA, y se ha finalizado el desarrollo de un sistema para captura y transmisión remota de datos de estaciones climatológicas convencionales.

Se instaló el sistema de adquisición remota de datos para una red de distribución de agua en la Estación Piloto Pozo IMTA. Los datos se despliegan para su consulta en la página web desarrollada para dicho fin: <http://instrutronica.com/telemetry/index.php>.

También, se construyeron los mecanismos móviles modificados de la MetroSonda y se probó su funcionamiento; asimismo, el del Inclínómetro, con su nuevo mecanismo que evita el atascamiento cuando hay tuberías guías inclinométricas separadas en sus secciones telescópicas operando sin problemas.

De igual forma, se presentó la solicitud de patente denominada "Sonda electrónica con corrección por desviación de la vertical". Esta solicitud es una actividad generada de las modificaciones efectuadas a la estación hidrométrica itinerante para mejorar su desempeño como instrumento de apoyo para medición en campo de aforos en conducciones abiertas.

Resultados principales:

Al crear tecnología propia, se está en la posibilidad de atender problemas estratégicos de seguridad estructural, y por otra parte, se evita la importación de manufacturas complicadas y costosas al generar dispositivos de medición económicos que pueden ser mantenidos y modificados localmente para mejorar su desempeño.



Presentación del funcionamiento de la Estación Hidrométrica Itinerante en el XXIII Congreso Nacional de Hidráulica, Puerto Vallarta Jalisco.



Sistema de adquisición remota de datos vía GSM, para una red de distribución de agua para prueba en la Estación Piloto Pozo IMTA.



Empleo del prototipo del Inclínómetro desarrollado en el IMTA, en la Presa Madín, Estado de México, para evaluar el desempeño del instrumento y sus posibles modificaciones.

- *Indicadores de gestión prioritarios en organismos operadores*
HC1415.1

El IMTA evalúa, desde 2005, el desempeño de algunos organismos operadores de agua potable (OOAPAS) con el fin de identificar y promover acciones para su mejora. Esto les permite proporcionar un mejor servicio a los usuarios, garantizar su fiabilidad operativa, aumentar su rentabilidad y les ayuda a conservar el recurso agua. Para ello, el Instituto definió inicialmente 15 indicadores de evaluación que, durante 2005, fueron aplicados a cincuenta OOAPAS y, para 2013, se contó con la participación de 145 OOAPAS, a quienes se aplicó una batería de 28 indicadores de evaluación.

Para el presente año, se espera contar con la información de, al menos, 110 organismos para el cálculo de sus indicadores y así obtener las tendencias de la situación que guardan los OOAPAS tanto en su evolución particular como de su posición respecto a los demás. A partir de los indicadores de gestión publicados, cada

OOAPAS puede diseñar políticas públicas de cobertura del servicio y realizar acciones de mejora o prevención que en el siguiente ejercicio sean verificables. La información de evaluación del desempeño de organismos operadores se publica periódicamente en la página web: www.pigoo.gob.mx, donde puede ser consultada.

Al cierre 2014 se tiene la captura de información de 161 organismos operadores; estos en promedio han proporcionado 44 datos de los 68 que se piden. Los OOAPAS participantes representan un 48% (57 371 435) de la población reportada por Consejo Nacional de Población para el año 2013 (118 395 054).

Resultados principales:

Con los resultados de este proyecto, cada organismo operador (OO) puede diseñar políticas públicas de cobertura de servicio y realizar acciones de mejora o prevención que en el siguiente ejercicio sean verificables. La información de evaluación de desempeño de los OO se publica periódicamente en la página web: www.pigoo.gob.mx, donde puede ser consultada por los OO y la sociedad.

Tanto para el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Programa Nacional Hídrico es importante dar seguimiento a los avances del subsector agua potable y saneamiento, en especial de cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, siendo éste el objetivo principal del proyecto.

El principal aporte del proyecto es dar seguimiento a los avances del subsector agua potable y saneamiento, en especial sobre la cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento que se refiere en el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat) y el Programa Nacional Hídrico.

Específicamente para el Promarnat, es importante fortalecer los sistemas de información y redes de colaboración para socializar el conocimiento en materia de agua e incentivar la participación ciudadana, que se cumplen con la existencia y actualización de indicadores en el sitio www.pigoo.gob.mx.

Por su parte, en el PNH 2014-2018 se tiene la estrategia de mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios, cuyos resultados, de los organismos participantes, también pueden consultarse en la página de este mismo Programa.

Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

[INICIO >](#)
[INDICADORES DE GESTIÓN >](#)
[ESTADÍSTICAS >](#)
[INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA >](#)
[Buscar...](#)

[Página en actualización](#)
[Glosario >](#)
[Contacto >](#)
[Enlaces >](#)

Estadísticas

CONSULTA GEOGRÁFICA

RESUMEN 2013

PIGOO MÓVIL

ESTADÍSTICAS

Informe 2013 (Resumen)

Ya se encuentran disponibles las versiones electrónicas del resumen del Informe de indicadores de gestión prioritarios de organismos operadores (2013).

Acciones

Acciones en Organismos Operadores En años anteriores se llevó a cabo un estudio denominado Plan de Acción para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Quiroga, Michoacán. Instituto de Ciencias Jurídicas del Estado de Morelos www.igj.edu.mx Este ...

Agua No Rentable

Agua no rentable, control activo de presión en empresas de agua El tema del agua no rentable sigue siendo un asunto pendiente en el subsector, a pesar de que en los últimos años se ha presentado un importante avance; el tema de la eficiencia física en especial ha sido atendi...

Paseo Cuauhnahuac 8532, Col. Progreso, C.P. 62550, Jutepec, Mor. Tel.: +52 (777) 329 3600. Ext. 523 contacto: pigoo@itaioc.imta.mx

Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores

Políticas de uso | Propiedad intelectual

Vistas desde febrero de 2009: 24,052

Sito en actualización (Indicadores actualizados por ciudad al 30 de Agosto de 2013)

Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

[INICIO >](#)
[INDICADORES DE GESTIÓN >](#)
[ESTADÍSTICAS >](#)
[INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA >](#)
[Buscar...](#)

[Página en actualización](#)
[Glosario >](#)
[Contacto >](#)
[Enlaces >](#)

Estadísticas

CONSULTA GEOGRÁFICA

RESUMEN 2013

PIGOO MÓVIL

ESTADÍSTICAS

Informe 2013 (Resumen)

Ya se encuentran disponibles las versiones electrónicas del resumen del Informe de indicadores de gestión prioritarios de organismos operadores (2013).

Acciones

Acciones en Organismos Operadores En años anteriores se llevó a cabo un estudio denominado Plan de Acción para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Quiroga, Michoacán. Instituto de Ciencias Jurídicas del Estado de Morelos www.igj.edu.mx Este ...

Agua No Rentable

Agua no rentable, control activo de presión en empresas de agua El tema del agua no rentable sigue siendo un asunto pendiente en el subsector, a pesar de que en los últimos años se ha presentado un importante avance; el tema de la eficiencia física en especial ha sido atendi...

Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

[INICIO >](#)
[INDICADORES DE GESTIÓN >](#)
[ESTADÍSTICAS >](#)
[INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA >](#)
[Buscar...](#)

[Página en actualización](#)
[Glosario >](#)
[Contacto >](#)
[Enlaces >](#)

Estadísticas

CONSULTA GEOGRÁFICA

RESUMEN 2013

PIGOO MÓVIL

ESTADÍSTICAS

Informe 2013 (Resumen)

Ya se encuentran disponibles las versiones electrónicas del resumen del Informe de indicadores de gestión prioritarios de organismos operadores (2013).

Acciones

Acciones en Organismos Operadores En años anteriores se llevó a cabo un estudio denominado Plan de Acción para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Quiroga, Michoacán. Instituto de Ciencias Jurídicas del Estado de Morelos www.igj.edu.mx Este ...

Agua No Rentable

Agua no rentable, control activo de presión en empresas de agua El tema del agua no rentable sigue siendo un asunto pendiente en el subsector, a pesar de que en los últimos años se ha presentado un importante avance; el tema de la eficiencia física en especial ha sido atendi...

- *Sistema de pronóstico numérico de oleaje para las costas mexicanas utilizando modelos acoplados*

TH1409.1

El oleaje es uno de los procesos oceánicos con mayor influencia en diversos sectores socioeconómicos, ya que afecta tanto a la navegación como a actividades marinas y costeras; de ahí la importancia de su medición y pronóstico sistemáticos. Generar redes de observación que abarquen el mar patrimonial mexicano es una tarea costosa; no obstante, es posible utilizar fuentes alternativas y complementarias de información del comportamiento del oleaje, como la modelación numérica.

En este proyecto se implementó un nuevo sistema de simulación de oleaje basado en los modelos WRF (atmósfera) y WAM (oleaje global), con SWAN (oleaje local) para continuar con el boletín de oleaje que se emite diariamente. Para ello se actualizó el sistema POMA (Pronóstico de Oleaje con Modelos Acoplados) desarrollado en el IMTA en 2006 y 2007, mediante la sustitución del modelo atmosférico MM5 por el modelo WRF, verificando el desempeño del sistema POMA utilizando la base de datos del Centro Nacional de Datos de Boyas (NDBC, por sus siglas en inglés) en eventos históricos bajo condiciones de: nortes, oleaje lejano (situación en calma en condiciones atmosféricas locales) y ciclones tropicales.

Entre los resultados se tiene nueva configuración de mallas que cubren el Atlántico, en el hemisferio norte (modelos WRF y WAM) para oleaje distante que se aproxima al Golfo de México; para oleaje local se incorporaron dos mallas anidadas con el modelo SWAN. Para el Pacífico, se generó una malla que lo abarca totalmente (modelos WRF y WAM) para oleaje distante que se aproxima a costas del Pacífico mexicano; para oleaje local, se generó una malla anidada con el modelo SWAN. Se evaluó el desempeño del nuevo sistema de modelación mediante verificaciones de las simulaciones de oleaje comparando con observaciones disponibles de la región obtenidas por el Centro Nacional de Datos de Boyas de EUA para eventos atmosféricos.

Los resultados de las simulaciones en esta nueva configuración en tiempo real se actualizan automáticamente en una nueva página web <http://ciclón.imta.mx/wrf-oleaje/>, de consulta dinámica de pronóstico para 48 horas en Pacífico del sur, central y del este, Pacífico Mexicano, Golfo de México y Caribe con gráficos animados de rapidez y dirección de viento, y altura significativa de ola en formato GIF. Los procedimientos se describen en un manual de operación e interpretación para usuarios del sistema, el cual contiene los alcances y limitaciones del sistema, y se accede desde la página web.

También, se hacen simulaciones numéricas de oleaje disponibles en tiempo real en una página web para utilizarse como insumo de un boletín de oleaje que se difunda en todo el país.

Resultados principales:

El pronóstico de oleaje se requiere para las actividades en ciudades costeras, puertos y mar patrimonial para la navegación, y, a largo plazo, para la planeación de infraestructura portuaria del país.

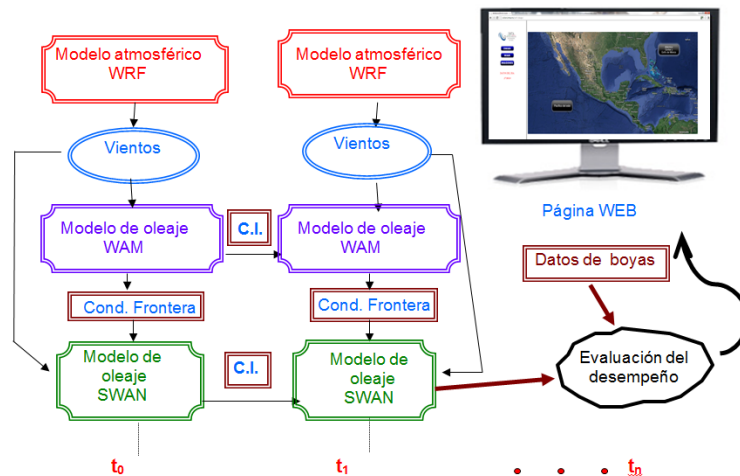
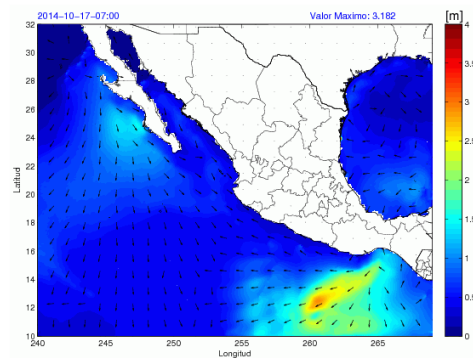


Diagrama de las componentes principales del sistema de simulación de oleaje a diferentes tiempos.



Área geográfica de la malla anidada del Pacífico (modelo SWAN).

- *Optimización, calibración y validación por intercomparación de mediciones de un analizador láser de isótopos estables de hidrógeno y oxígeno en muestras de agua natural*

TH1404.1

La aplicación de isótopos ambientales de hidrógeno y oxígeno en estudios de exploración, desarrollo y protección de los recursos hídricos, tanto subterráneos como superficiales, es una herramienta probada de gran utilidad que aporta información valiosa del origen y la evolución del agua en el medio físico. Su aplicación en México ha sido limitada por el alto costo del análisis de estos isótopos ambientales en muestras de agua. El contar con tecnología e infraestructura instrumental de análisis por espectroscopía láser, permitirá ofrecer servicios de medición a bajo costo, desarrollar investigaciones hidrogeológicas y crear bases de datos de la composición isotópica estable de la precipitación pluvial, básica para la interpretación de datos isotópicos.

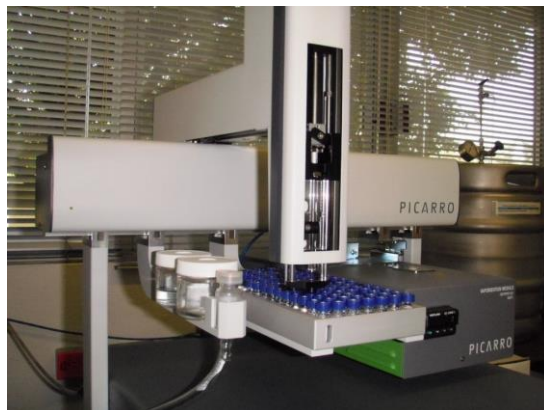
Esta innovación tecnológica está contemplada como una incorporación a la infraestructura instrumental de análisis del laboratorio de hidrología isotópica, por parte del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA, por sus siglas en inglés).

El equipo de espectrometría de absorción láser se encuentra instalado en el espacio adecuado para su operación óptima. Se realizaron pruebas de operación, ajustes, calibración y sistematización del manejo de

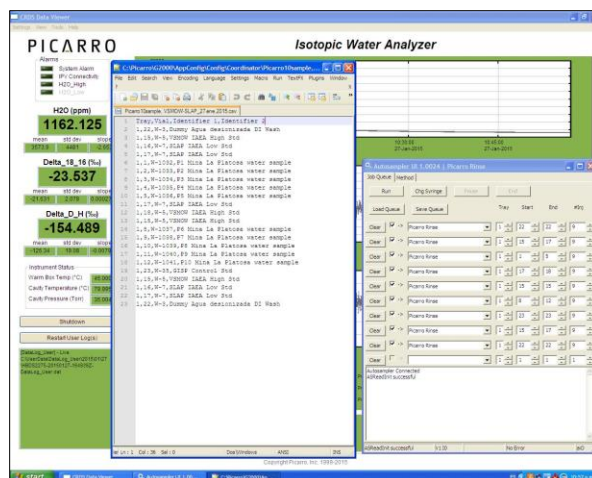
datos del equipo láser e instrumental asociado; se midieron parámetros de campo y se tomaron muestras de agua en pozos y manantiales de la cuenca del Valle de México.

Resultados principales:

Esta infraestructura permite contar con alta calidad de resultados en mediciones de isótopos estables de hidrógeno y oxígeno en muestras de agua natural, así como aplicar las técnicas isotópicas en estudios de caracterización de recursos hídricos subterráneos y en estudios del medio ambiente, a un bajo costo y con calidad.



Medición del contenido de isótopos estables en muestras de agua natural.



Plantilla de análisis de diez muestras de agua.

- *Drenaje parcelario y sistemas de bombeo con energía alternativa para mitigar y controlar el ensalitramiento en suelos agrícolas*

RD1402.1

Durante 2012 y 2013, en el Distrito de Riego 038 Río Mayo, Sonora, se encontró que las mayores superficies ensalitradas se presentan cuando los niveles freáticos están más superficiales y cuando las temperaturas son más altas. Con el propósito de aportar soluciones a los problemas de ensalitramiento de los suelos causados por mantos freáticos superficiales y por la temperatura, se seleccionó una parcela piloto que dispone de drenaje parcelario subsuperficial y de un cárcamo de bombeo. El sistema de drenaje no opera adecuadamente debido a que el agua drenada en el cárcamo no está siendo evacuada hacia la red de drenaje a cielo abierto del distrito. Es por ello que se requiere del bombeo, mismo que se hará con energía eólica.

Por la cercanía con el mar que tiene el área de estudio, corren vientos de diferente intensidad a lo largo del año, capaces de generar energía para bombear el agua, por lo cual se instaló un molino de viento que incluye una torre de 10 m de altura, una hélice de 18 aspas de 3 m de diámetro y un pistón de 5", y se le dotó de un desagüe de PVC para llevar el agua hasta un dren a cielo abierto próximo a la parcela. En el área del proyecto, incluida la parcela piloto y el Módulo de Riego 05, se está monitorizando mensualmente la salinidad del suelo, el nivel freático, la salinidad del agua de riego y la del agua freática, y se están registrando las condiciones de clima.

Se identificaron las variables que se relacionan con el ensalitramiento del suelo hasta una profundidad de 1.5 m del Módulo de Riego 05 y de la parcela piloto de bombeo de agua de drenaje con energía eólica. Estas variables son: temperatura ambiente, manto freático superficial, evapotranspiración, precipitación pluvial, contenido de sales del agua freática y contenido de sales del agua de riego.

Se generó información sobre la variación espacial y temporal de la salinidad de los suelos y de áreas con un nivel freático superficial, en el Módulo de Riego 05 y en la parcela piloto. Las afectaciones por sales representan el 97% del área del módulo hasta una profundidad de 1.5 m. Los problemas de drenaje cubren el 64% del área del módulo y las áreas con contenidos altos de sales del agua freática comprenden el 85% del área del módulo.

Se puso en operación una parcela piloto de 4.3 ha de extensión, en la que previamente se instaló un sistema de drenaje subsuperficial y se construyó un cárcamo de bombeo. El volumen de agua que está evacuando el molino de viento es de 11.88 m³/día, aproximadamente. Con el bombeo que se realiza, el nivel freático en el cárcamo de bombeo se mantiene por debajo de 1.1 m, adecuado para el buen desarrollo de las plantas de trigo que se sembraron en diciembre de 2014.

Resultados principales:

Contar con tecnología dirigida a la recuperación de suelos salinos a fin de que sean aptos para la agricultura, mediante el uso de energía renovable.



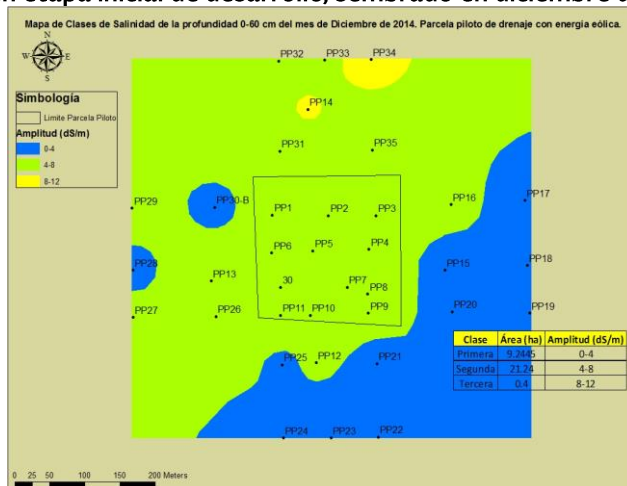
Instalación del molino de viento.



Aforo en desagüe del molino de viento.



Trigo en etapa inicial de desarrollo, sembrado en diciembre de 2014.



Mapa de salinidad del área de la parcela piloto y área que le circunda, drenada por el molino de viento.

- *Evaluación financiera para incrementar la producción actual de una zona de riego mediante el aumento del aprovechamiento del agua sin construir nueva infraestructura de almacenamiento DP1405.1*

Cuando existe agua disponible en una cuenca, automáticamente se piensa en hacer una nueva presa en algún afluente y en nueva infraestructura de riego para aumentar la superficie cultivada. El proyecto analiza un nuevo enfoque para aumentar el aprovechamiento del agua para riego utilizando la infraestructura existente, con la premisa de no construir nueva infraestructura de riego (derivadoras, canales, etc.), o bien, realizar la mínima inversión en este rubro, aumentando el porcentaje de dobles cultivos en épocas normales y disminuir las pérdidas en la superficie sembrada en época de sequía.

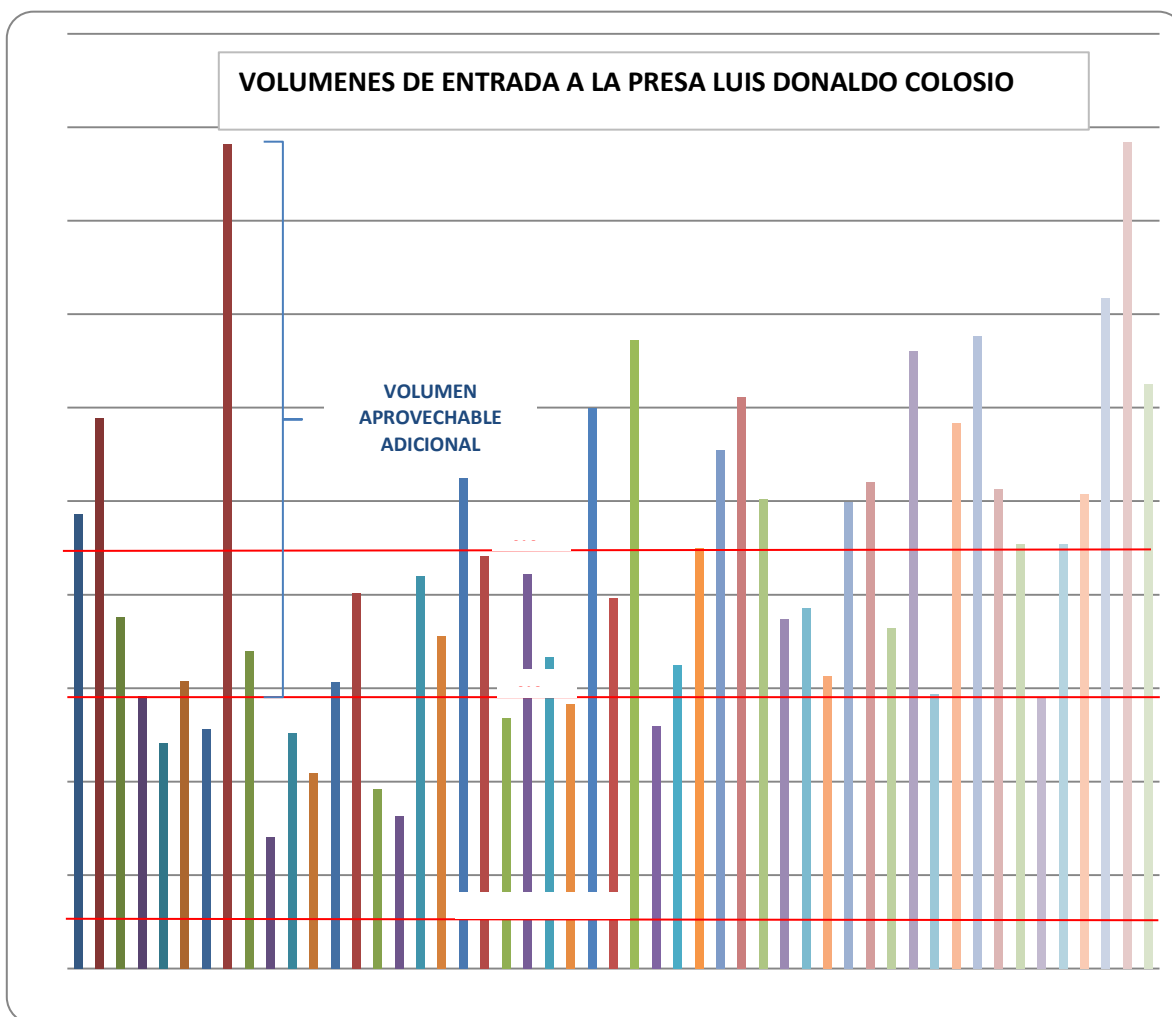
Se analizaron las principales corrientes del país y se detectó que aún existe disponibilidad de agua en algunas de ellas. Se seleccionó el Río Fuerte para hacer análisis más detallados. Se revisó la posibilidad de sobre elevar la presa Luis Donaldo Colosio (Huities), Sinaloa, ya construida, si la topografía lo permite, para aprovechar mejor el agua disponible.

El resultado fue satisfactorio, ya que se demostró la factibilidad técnica y económica de la sobre elevación, aprovechando el agua para dobles cultivos y, en caso de emergencia, como respaldo a las zonas de riego en producción. Toda la simulación fue con información del Distrito de Riego 075 Río Fuerte, una de las principales zonas productoras del país.

Resultados principales:

El impacto se verá en varios aspectos: primero, en el orden social, al aumentar la producción en la zona y disminuir las pérdidas provocadas por la sequía; segundo, en lo económico, pues el aumento de producción provocará una derrama económica en la región, además de que reducirá las pérdidas por sequía, y, un tercer impacto, técnico, el más importante quizás, es que permite aumentar la cantidad de agua aprovechada en una corriente, dada la gran necesidad que se tiene de nuevas fuentes y que recomienda tomar en cuenta a la sobre elevación

como una alternativa por analizar de manera natural y no como actualmente se hace, como una alternativa de último recurso.



- *Modelación numérica de la circulación de la Bahía de Todos Santos, B.C., México*
DP1431.6

Recientemente, el impacto de las actividades humanas sobre la Bahía de Todos Santos (BTS) ha ido en aumento; por ejemplo: pesca, cultivos intensivos de atún, dragado del puerto, construcción de marinas e instalación de desaladoras, entre otras. Por lo anterior, se hace necesario aplicar metodologías de ciencia básica para un mejor entendimiento de la circulación de la bahía y, con ello, tener el conocimiento necesario para la toma de decisiones en su manejo, y estar en la posibilidad de pronosticar la circulación y el posible impacto por derrames de contaminantes, así como la afectación debido al cambio climático.

En este estudio numérico se implementa el modelo Regional Ocean Modeling System (ROMS, por sus siglas en inglés), modelo de superficie libre, tridimensional, que usa coordenadas S en la vertical y coordenadas curvilíneas en la horizontal, que resuelve las ecuaciones primitivas de momento con la aproximación

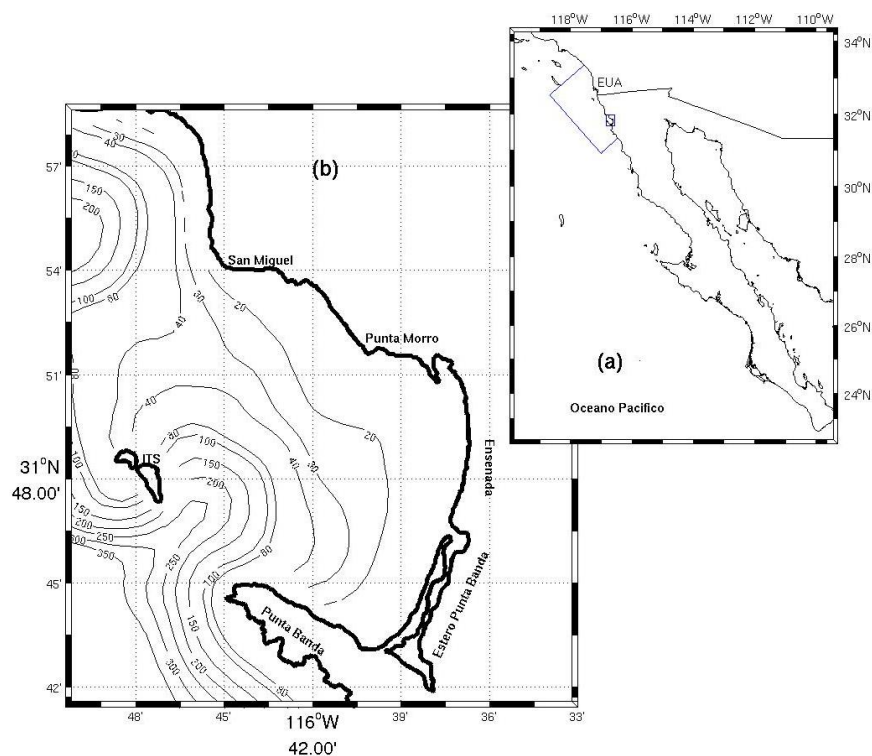
hidrostática, las ecuaciones de temperatura, salinidad, y usa una ecuación de estado que relaciona la presión, temperatura y salinidad con la densidad.

En 2014 se analizaron los campos de viento en distintas estaciones cercanas a la BTS para determinar la presencia de brisas, las cuales pueden ser importantes en la circulación marina. De ser importante la brisa, debe ésta incluirse en los forzamientos superficiales del modelo oceánico.

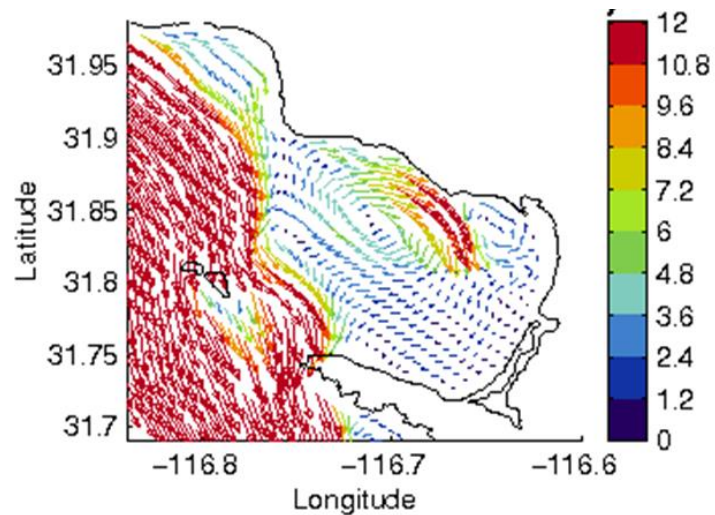
También, se analizaron los errores del modelo debidos a las coordenadas verticales sigma. Para ello, se corrió el modelo sin forzamientos en la frontera ni en la superficie libre. Para esta corrida se generó una estratificación analítica, cuyas isóbaras fueran paralelas en todo el dominio. Se generaron tres anidamientos en las mallas, las que serán probadas en la segunda fase del proyecto.

Resultados principales:

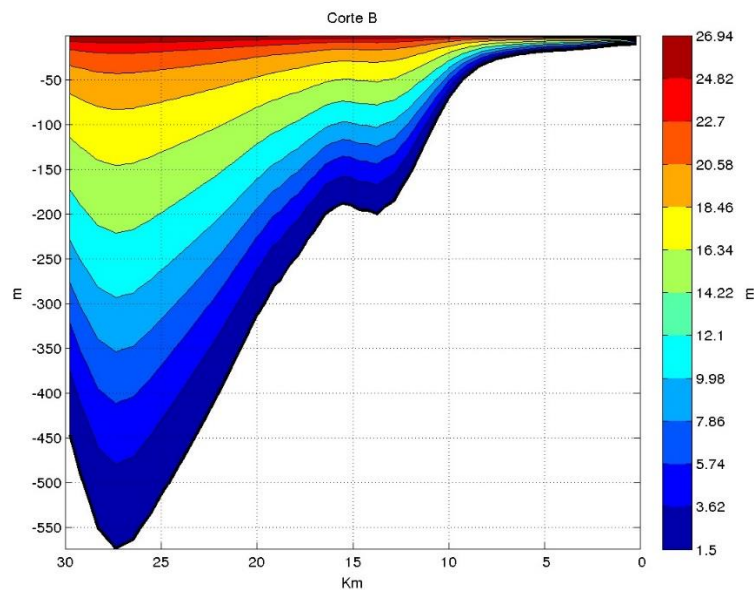
Al término del estudio se conocerá la circulación, así como los mecanismos principales que regulan la circulación en la Bahía de Todos Santos. Este conocimiento podrá ser utilizado en la toma de decisiones en distintas áreas económicas, tales como: pesquerías, acuacultura, turismo, manejo de la zona costera, etc. Además, es una información útil para explicar distintos procesos biológicos y químicos dentro de la bahía.



Área de estudio: (a) norte de México, donde se muestra el dominio del modelo que proporcionará las condiciones de frontera abierta para el dominio de la BTS, representado con el rectángulo pequeño; (b) muestra el detalle de la Bahía de Todos Santos y la batimetría suavizada que se usará en la modelación numérica.



Modo anticiclónico de la circulación dentro de la bahía de Todos Santos.



Coordenadas verticales sigma en el cañón Punta Banda en Bahía de Todos Santos.

- *Metodología para el análisis de riesgo de efectos del cambio climático en agua potable*

DP1403.1

La ocurrencia de diversos efectos del cambio climático en el sector agua potable puede tener impactos directos en la operación de estas organizaciones. Por ello, es importante que en la planeación de los sistemas de agua potable se considere no sólo el efecto de un escenario de cambio climático, sino también la probabilidad de ocurrencia de tal hipótesis.

Se propuso una metodología para abordar el tema del riesgo a partir de análisis de la vulnerabilidad y la probabilidad de ocurrencia de una amenaza definida como efecto del cambio climático. La primera etapa

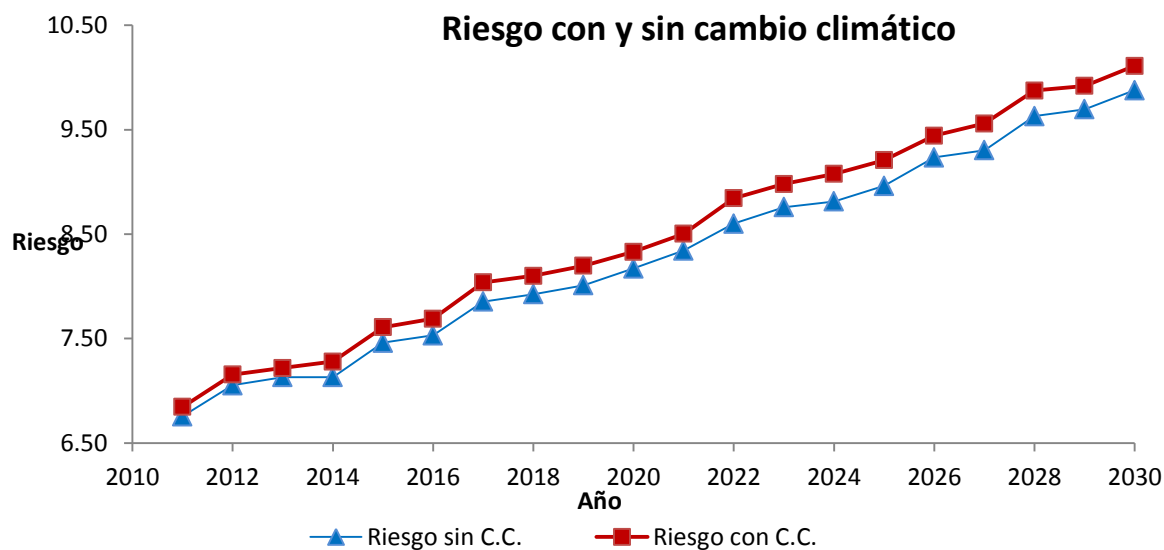
consiste en calcular la susceptibilidad del sistema de agua a alguna amenaza. Para esto se emplearon indicadores de gestión con los que se elabora un índice de vulnerabilidad que indica el grado de susceptibilidad del sistema a la amenaza propuesta.

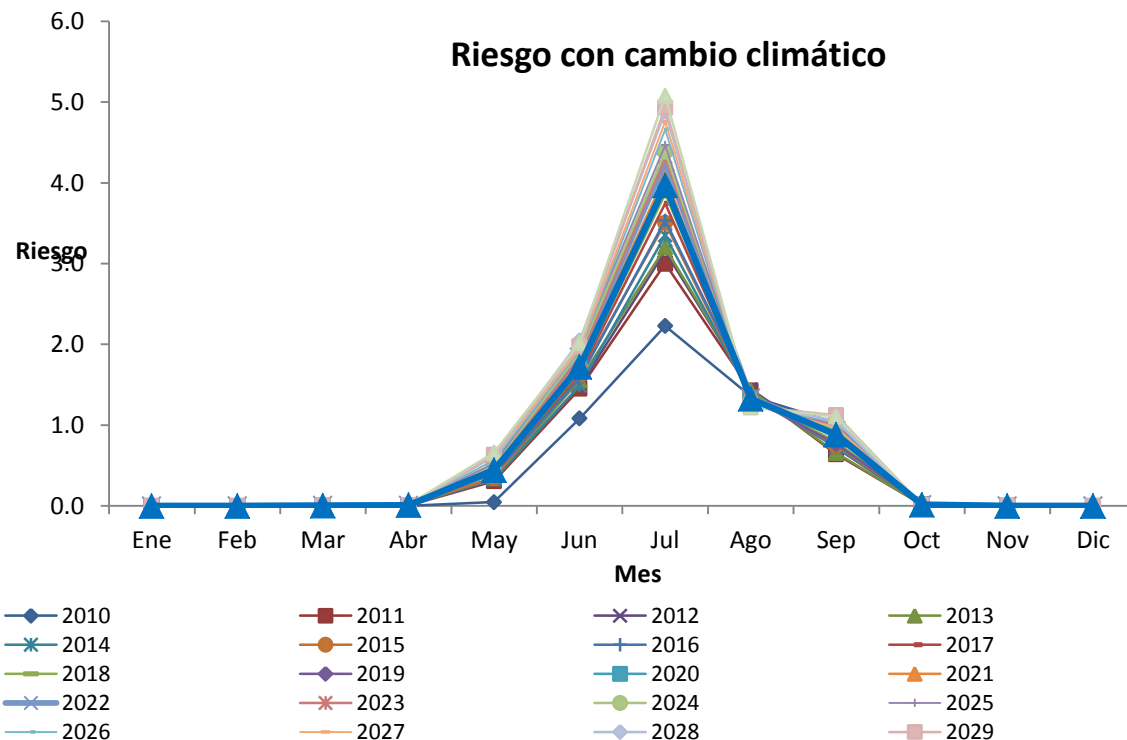
Posteriormente, se analiza la probabilidad de ocurrencia de la amenaza, considerada como el incremento de la temperatura. Se analizó el caso de la ciudad de Mexicali, Baja California, para la que se tomaron datos históricos de las temperaturas máximas registradas a fin de pronosticar la probabilidad de ocurrencia de temperaturas máximas a 45 °C. Se realizó un análisis mensual y anual de la probabilidad de ocurrencia considerando un periodo de datos de 1990-2010 y proyectando al 2030. El análisis estadístico mensual indica que el mes de julio es cuando se presentan las temperaturas mayores, por tanto, el riesgo que se presenten temperaturas mayores a 45 °C es mayor en este mismo mes.

Dado que la sociedad depende de la infraestructura de servicios para obtener bienestar, los sistemas de agua proveen servicios que aportan un alto bienestar a la población; sin embargo, debido que muchos de los sistemas de agua no cuentan con una estructura de planeación, no es posible considerar el cambio climático como una variable que afecte su operación. Por otra parte, se requiere el obtener datos que generen una mayor comprensión del clima a escala regional, identificar las amenazas que atentan a un sistema de agua y analizar su vulnerabilidad.

Resultados principales:

El principal impacto es científico, ya que se tiene una mejor comprensión del tema del riesgo por efectos de cambio climático en el sector agua potable; sin embargo, se recomienda que se amplíe el análisis hacia la gestión del riesgo en la operación de los sistemas de agua para identificar y priorizar amenazas que puedan tener mayor impacto en la planeación de los sistemas de agua municipales.





- *Análisis del impacto de incrementos tarifarios en la calidad de los servicios de agua potable*
DP1404.1

Una de las líneas de acción establecida en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 refiere incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Estos grandes retos requieren de grandes inversiones y de la participación, no sólo del Gobierno Federal, sino también de la sociedad. La generación de recursos propios de los organismos operadores está directamente asociada al nivel tarifario establecido, y en teoría, la calidad del servicio también estaría asociada a ello. En este proyecto se analizó la correlación que existe entre los incrementos tarifarios y la calidad del servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

La evaluación del impacto de los incrementos tarifarios en la calidad del servicio de agua potable se hizo mediante el ejercicio de *Benchmarking* y un análisis de regresión lineal con la ayuda del programa estadístico STATA 11.

La evaluación permitió conocer y comparar distintos indicadores de eficiencia de los organismos operadores de agua, tales como cobertura, eficiencia física, comercial y de cobro, situando a cada organismo en una tarifa correspondiente a un consumo mensual de 20 m³ para usuarios domésticos. Se encontró que, la mayoría de los organismos (de la muestra evaluada), sí guardan una correlación positiva alta con respecto a sus indicadores de eficiencia; es decir, el hecho de tener tarifas altas, refleja que tienen niveles altos de eficiencia y viceversa.

Sin embargo, la mayoría de las ciudades con tarifas bajas presentan índices de eficiencia comercial también bajas y coberturas de agua potable, en su mayoría, muy cercanas a la media, a diferencia de las ciudades con tarifas de cobro altas, que muestran niveles de eficiencia comercial con mayor grado de dispersión y coberturas en su mayoría por encima del 99 por ciento.

Los resultados de algunas ciudades analizadas permiten contemplar y respaldar posibles incrementos en sus estructuras tarifarias, lo que permitiría obtener mejoras en el servicio y, a su vez, puede ser compensado con el ahorro en costos de operación y en el aumento de la oferta de agua. Las posibles mejoras en las condiciones del servicio podrían generar una serie de cambios en el comportamiento de los usuarios que se pueden ver reflejados en el pago a tiempo del servicio.

También, se hizo un análisis sobre la tendencia de los indicadores de eficiencia con respecto a los incrementos tarifarios anuales para los organismos operadores de las ciudades de Tijuana, León, Monterrey, Aguascalientes, Chilpancingo y Colima. Éste mostró que no hay una relación directa en el comportamiento de los indicadores de eficiencia a lo largo del tiempo con respecto a los incrementos tarifarios.

Adicionalmente, se realizó un análisis comparativo de la tarifa, la eficiencia comercial y de cobro respecto al índice de desarrollo humano y nivel de ingreso. Los resultados muestran en que, en general, mientras más alto es el índice de desarrollo humano, la eficiencia comercial es mayor, salvo en ciudades como Colima, Villahermosa, Campeche y Tepic, que muestran una relación inversa negativa, y Dolores Hidalgo, altamente positiva. Algo similar sucede con el índice de ingreso.

Los problemas a los que se enfrentan los organismos operadores son muchos. La calidad en el servicio que prestan es, sin duda, uno en el que deberían poner mayor atención y trabajar para poder beneficiarse con el pago puntual de los usuarios y así contar con mayores recursos económicos para colocar en niveles superiores a su organismo.

Resultados principales:

El estudio permite a los organismos operadores comparar sus niveles tarifarios y de eficiencia con respecto a otros organismos, así como fundamentar posibles incrementos tarifarios con el propósito de incrementar la calidad en los servicios de agua potable.

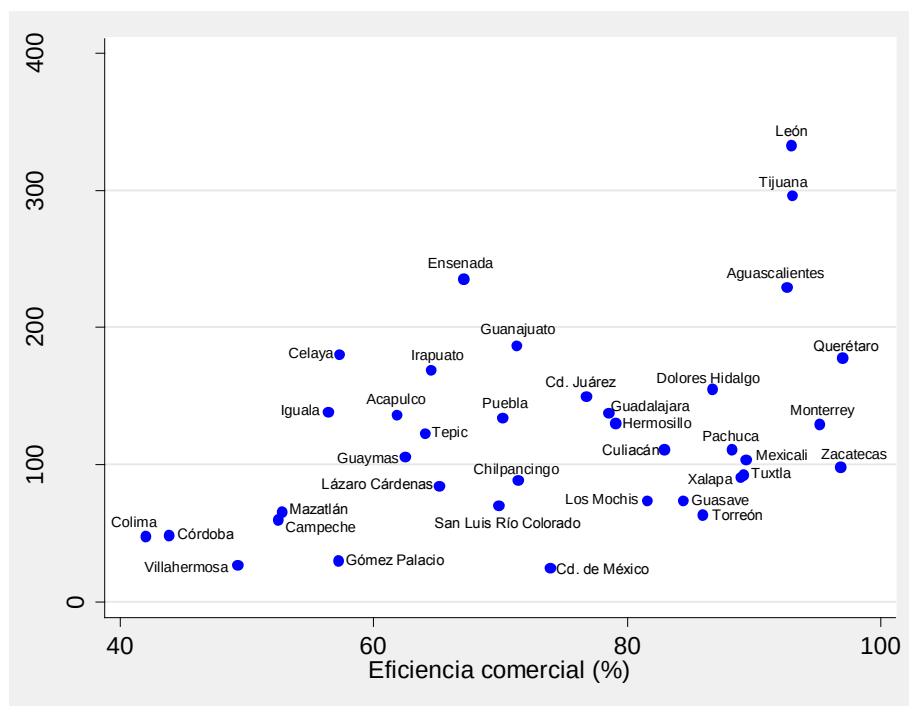


Diagrama de dispersión, relación entre tarifa mensual-eficiencia comercial (datos 2013).

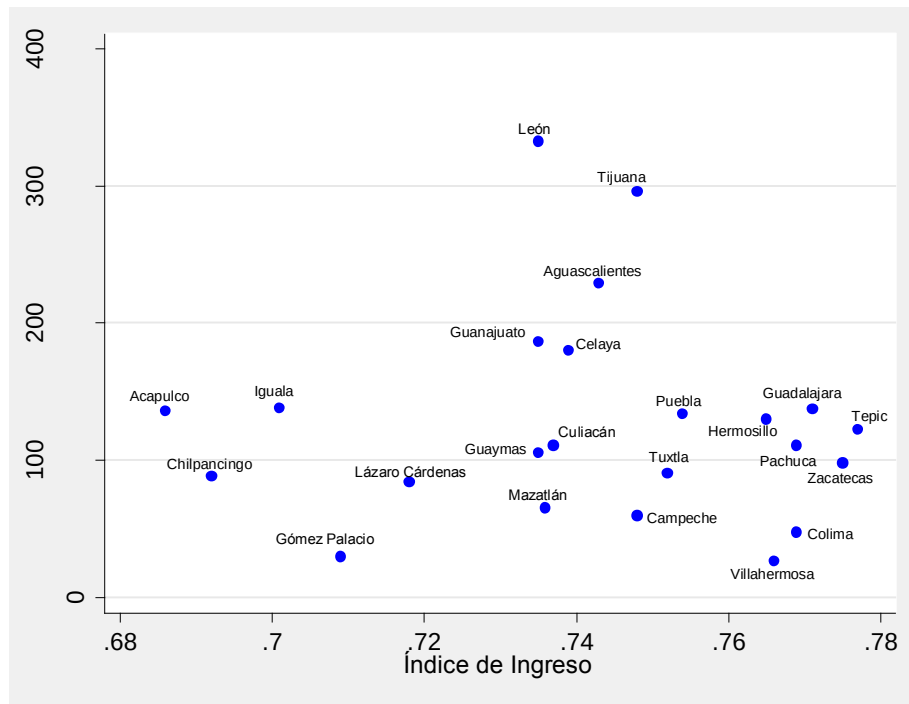


Diagrama de dispersión, relación entre tarifa mensual-índice de ingreso (datos 2013).

- *Investigar y modelar la cantidad y calidad del agua en la región fronteriza México-Estados Unidos de América, con enfoque al control de las descargas de aguas residuales*

TC1414.6

Como parte del “Proceso de Cooperación Conjunta México-Estados Unidos en la cuenca del Bajo río Bravo/río Grande”, se acordó realizar las observaciones de calidad del agua a lo largo de la frontera entre ambos países, evaluando la calidad del agua y desarrollar un programa integrado para tal fin.

Se trata de un proyecto multianual a desarrollarse en cuatro etapas, de seis meses cada una. La primera dio inicio el segundo semestre del 2014.

Se analizó la información histórica del estudio de calidad del agua que realizó la Universidad del Tecnológico de Monterrey en 2009. Del análisis de la información y tomando en cuenta únicamente el tramo que corresponde desde aguas abajo de la presa Falcón hasta la desembocadura en el Golfo de México, se ubicaron 35 sitios de muestreo, de los cuales ocho sobrepasan la concentración de 2 000 ms/cm. De estos, el Dren Huizache y Puertecitos sobrepasan los 3 000 ms/cm. En cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en cinco sitios, la concentración fue > 50 mg/L, mientras que la demanda química de oxígeno (DQO) en ocho sitios sobrepasó los 100 mg/L.

En total, se seleccionaron 37 sitios para el muestreo que incluyen ocho afluentes que llegan al río Bravo, 15 sitios sobre el cauce principal del río y 14 descargas de aguas residuales. De éstas, siete sitios corresponden a plantas de tratamiento de las ciudades de Matamoros, Reynosa, Río Bravo, Miguel Alemán, Nuevo Guerrero, Mier y Camargo. Estas plantas de tratamiento, aunque no descargan directo al cauce del río Bravo, su monitoreo es importante con el fin de poder incluirles parámetros adicionales a la NOM-001-SEMARNAT-2010.

Del análisis histórico de las estaciones hidrométricas que maneja la Comisión Internacional de Límites y Agua (CILA), se desprende que para la estación ubicada aguas abajo de la presa Falcón el gasto extremo máximo se presentó el 18 de septiembre de 1971 con 2 340 m³/s y, el mínimo, fue de 0.04 m³/s durante varios días del mes de marzo de 1957. La calidad del agua en el tramo evaluado es aceptable, de acuerdo a los indicadores de la Conagua para DBO, DQO y sólidos suspendidos totales.

Este proyecto ha contado con el apoyo del Conacyt para su realización.

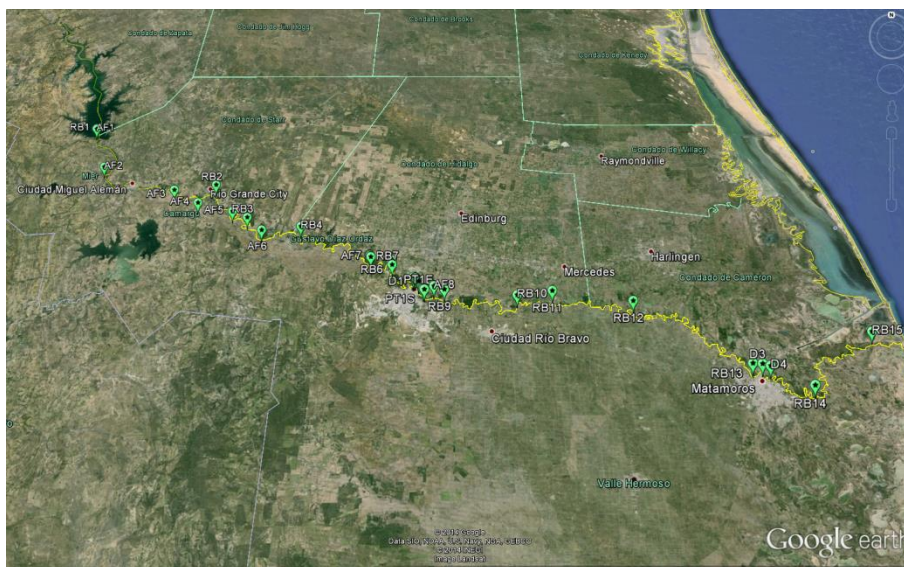
Resultados principales:

El conocimiento de la calidad del agua de la Cuenca Baja del río Bravo y de sus fuentes de contaminación son de vital importancia para conocer y reconocer el grado de deterioro del río y, con base en ello, establecer los parámetros que deberán cumplir las descargas para frenarlo, establecer la capacidad de dilución y asimilación de contaminantes del río, y las cargas de contaminantes que puede recibir, así como las metas de calidad y los plazos para poder alcanzar los límites permisibles.

El desarrollo del proyecto contribuye al conocimiento del comportamiento del río, en donde la metodología funge como herramienta que permitirá establecer acciones para el manejo y control de la contaminación con el fin de mitigar el deterioro ambiental. Esta misma herramienta puede ser empleada y adaptada en otras zonas con problemáticas similares, a fin de tener una solución apropiada para caso.

Un río contaminado requiere un reajuste social profundo, ya que a menudo se restringe el acceso al agua, la tierra y los recursos bióticos. Con el deterioro ambiental se presentan problemas de la salud, insuficiencia de los servicios públicos, competencia por los recursos, conflictos sociales e impactos ambientales negativos para la cuenca, el reservorio y el valle del río aguas abajo. El conocimiento de la calidad del agua de la Cuenca Baja del río Bravo y sus afluentes traerá como beneficios sociales asociados el cumplimiento de la normatividad vigente, lo que a su vez trae consigo la disminución de la problemática antes descrita.

Al establecer acciones para la reducción del aporte de contaminantes, se promueve de manera ordenada la protección de los cuerpos receptores de agua incrementando potencialmente el uso a los cuales están destinados, además de reducir los costos de los esfuerzos dedicados al control de la contaminación en la región. Esto repercutirá en ahorros en el presupuesto asignado a este tema.



Sitios de muestreo ubicados en la cuenca baja del río Bravo.

- *Diagnóstico y evaluación de propuestas para el control de especies acuáticas invasoras en el DR 038, Río Mayo, Sonora*
TC1367.3

En mayo de 2013, en recorrido de campo por algunos módulos del DR 038, se observó que al menos dos especies de algas y una planta vascular flotante se presentan infestando gravemente los canales de riego. Esta situación afecta considerablemente el flujo y disponibilidad de agua y, por consecuencia, los costos de mantenimiento de la red de canales y drenes.

A partir de los estudios, se tiene que el crecimiento de algas y plantas acuáticas invasivas es una consecuencia directa del incremento de nutrientes que circulan en los canales de riego, principalmente fósforo y nitrógeno. Estos nutrientes provienen principalmente del agua de pozos, con la cual se riegan las parcelas, así como de descargas de aguas residuales urbanas y agrícolas, y el uso continuo de fertilizantes y pesticidas. Dado que más del 90% de la recuperación del acuífero del DR 038 se origina por retornos de riego y pérdidas en los canales de distribución, la fertilización de cultivos incrementa la concentración de nutrientes en las aguas subterráneas y, por consiguiente, en el agua de los pozos.

Resultados principales:

Se identificaron las especies de algas y macrofitas que afectan el flujo hidráulico, así como la calidad del agua de los canales de riego. En este sentido, el término “lama” corresponde a la asociación de varios géneros como: *Stuckenia*, *Cladophora*, *Chara*, *Hydrodictyon*, y el concepto “cola de caballo” corresponde solamente a la especie *Stuckenia pectinata*.

Se identificó y probó experimentalmente el uso del dióxido de titanio como tratamiento para el control de crecimientos de algas y macrofitas en los canales de riego.

Se identificó y probó experimentalmente el uso del ácido acético como tratamiento para el control de propágulos de algas y macrofitas que quedan en

los sedimentos (banco de semillas) de los canales de riego, después del ciclo agrícola.



Canal de riego infestado por algas y macrofitas.



Detección de cianobacterias en canales de riego.

- *Visor de información de telemetría*
CP1412.1

Las soluciones de telemetría para monitoreo y control de infraestructura son, por lo general, productos desarrollados con tecnología propietaria, siendo el componente más flexible de estas soluciones el *software* de visualización; sin embargo, el esquema de licenciamiento del mismo obliga a utilizar exclusivamente las opciones del proveedor de estas tecnologías, dado que no se provee del código fuente de este componente.

Se hicieron los desarrollos tecnológicos Visor de Telemetría en formato de aplicación (App) móvil, para dispositivos que utilizan el sistema operativo *Android* y Sistema Base, el cuál integra capacidades de gestión de usuarios de los visores móviles, así como de la administración de distintos sistemas de telemetría.

Resultados principales:

Los dos productos IMTA generados pueden sumar valor agregado a los proyectos institucionales y del sector.

2. ASESORÍA Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

- *Políticas públicas para la implementación del Programa Nacional Hídrico 2014-2018*
CP1425.3

El Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018 define los objetivos, estrategias y líneas de acción prioritarias para el país. La Conagua se ha propuesto modernizar y fortalecer las instituciones del sector agua. Para lo anterior, ha identificado y formulado políticas públicas para la implementación del Programa y ha propuesto acciones de transversalidad para una política hídrica nacional mejor articulada en los tres órdenes de gobierno.

Se efectuaron análisis de las metas del Programa, se identificaron los cambios necesarios en las políticas públicas actuales y de los sectores y autoridades, mapas de conexiones, red y ámbitos de oportunidad de coordinación. Asimismo, se desarrollaron las bases conceptuales y metodológicas para caracterizar los conflictos por el agua avalados en cuatro talleres regionales y se elaboraron las bases conceptuales y metodológicas, así como la estructura de la guía de políticas públicas en el ámbito estatal en materia de agua potable y saneamiento.

Resultados principales:

Los beneficios de este proyecto consisten en tener un análisis de compatibilidad de las políticas actuales con los objetivos que plantea el PNH 2014-2018; fortalecer la gobernabilidad del agua, al identificar los campos de acción y autoridades que intervienen; realizar un mapeo de riesgos y conflictos sociales del agua, y generar una guía para la elaboración de políticas públicas estatales en materia de agua potable y saneamiento.



- *Diseño de indicadores para seguimiento y evaluación del Programa Nacional Hídrico 2014-2018*
TH1427.3

La Conagua es la responsable de integrar y formular el Programa Nacional Hídrico en los términos de la Ley de Aguas Nacionales y de la Ley de Planeación, así como vigilar su cumplimiento y, en su caso, hacer las revisiones pertinentes. El Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018 define los objetivos, estrategias y líneas de acción prioritarias para la nación en materia de agua, estableciendo elementos de implantación y

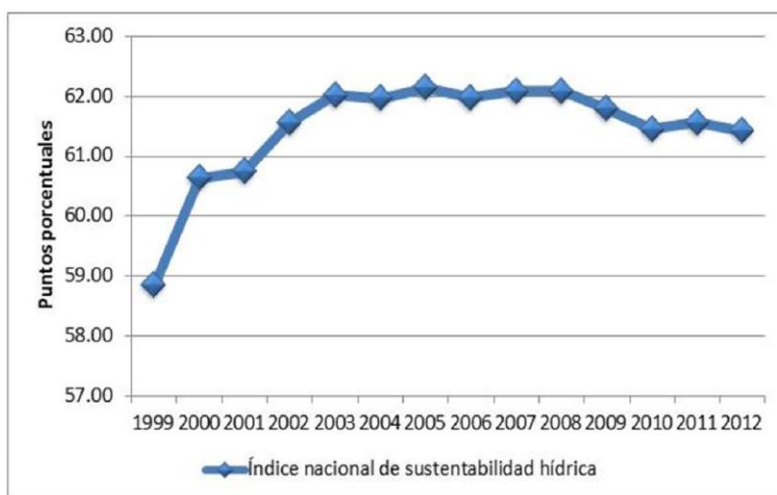
seguimiento, así como de evaluación del mismo y contiene un conjunto de ocho indicadores para vigilar el cumplimiento de los objetivos y evaluar el avance de su logro. Lo anterior tiene como objetivo analizar y validar dichos indicadores para cuantificar los avances y resultados del PNH 2014-2018, así como su contribución a las metas de otras políticas sectoriales con las que dicho programa se encuentra alineado.

El Índice de Seguridad y Sustentabilidad Hídrica (ISSH) propuesto consta de seis índices o indicadores, uno para cada objetivo del Programa Nacional Hídrico: 1) el Índice de Sustentabilidad Hídrica, 2) el Valor esperado de los daños evitados por inundaciones/Valor esperado de los daños por inundaciones, 3) el Índice Global de Acceso a los Servicios Básicos de Agua, 4) el Personal idóneo incorporado al sector hídrico/Rotación ideal del personal de Conagua, 5) el Índice de Incremento de Agua para Actividades Económicas, y 6) el Porcentaje de proyectos de cooperación internacional atendidos.

Los indicadores propuestos permiten evaluar el avance de las acciones emprendidas para dar cumplimiento al Programa Nacional Hídrico. La utilidad del Índice de Seguridad y Sustentabilidad Hídrica es, además de cumplir con la obligación de realizar una evaluación bienal del Programa Nacional Hídrico, descubrir problemáticas y tendencias precisas que deben abordarse.

Resultados principales:

Se realizó la propuesta de reforzamiento de los indicadores a través del Índice de Seguridad y Sustentabilidad Hídrica, y el detalle que proporcionan sus dimensiones es capaz no sólo de evaluar el avance en las metas del Programa Nacional Hídrico, sino de identificar los problemas más acuciantes en la administración del agua en México. Del ISSH se deriva, en primera instancia, el avance del PNH pero, de manera complementaria, también se identifican los principales problemas transversales del sector hídrico y de la provisión de los servicios públicos domiciliarios de agua en México.





- *Desarrollo e implementación de contenidos de la estrategia de comunicación directa del Programa Nacional Hídrico durante 2014*
CP1423.3

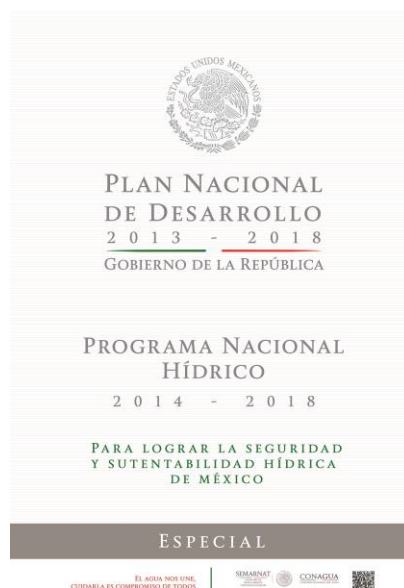
El Programa Nacional Hídrico 2014-2018 (PNH) es el documento rector del Gobierno Federal en materia de política pública del agua. Por ello es de gran importancia que los grupos de interés vinculados a la gestión, regulación, investigación, educación, el financiamiento y análisis de los temas relacionados con el agua conozcan de primera mano el PNH, así como la sociedad en general, a través de los medios de comunicación más adecuados.

Con esta finalidad, se elaboraron los siguientes productos: una carpeta de mensajes clave en lenguaje ciudadano; un informe de resultados de la aplicación de mensajes clave en lenguaje ciudadano en tres grupos de enfoque; un informe de análisis, diseño y definición de indicadores de gestión y de impacto en el que se midieron los resultados de la estrategia de difusión para la implementación del PNH; se editó e imprimieron ejemplares del Programa en su versión en español, en inglés y en francés; un folleto y soporte digital del PNH; un cartel de difusión en español; una videocápsula de difusión con locución en español, inglés y francés; un video de difusión; un video reseña del proyecto de implementación del PNH en 2014 y se organizó una reunión de trabajo especial de corte social y académico enfocado al Programa Nacional Hídrico.

Resultados principales:

El proyecto brindó los elementos necesarios para comunicar y difundir entre los grupos de interés y público en general los contenidos, estrategias, objetivos y líneas de acción del PNH 204-208. Con esto se contribuyó a que los actores relevantes y tomadores de decisión relacionados con el agua hagan suyo y

respalden el Programa, incluida sus fases de instrumentación y evaluación periódica, con el fin de facilitar el desarrollo de acciones conjuntas en todo el país.



- *Propuesta de mecanismo y soporte para la coordinación multisectorial e intrainstitucional, para avanzar en la sustentabilidad hídrica nacional*

TH1424.3

La Conagua es responsable de instrumentar, impulsar y vigilar el cumplimiento de los objetivos y metas del Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018 el cual, por primera vez, tiene un enfoque multisectorial y transversal. Así, con el apoyo del IMTA, se inició la primera fase del proceso de su implementación mediante reuniones de coordinación con 16 secretarías: Sagarpa, Semarnat, Sedatu, Sector, Sedesol, Sener, Semar, Sedena, Segob, SALUD, SRE, SHCP, STPS, SCT, SEP y SE, quienes manifestaron gran interés para desarrollar acciones y proyectos conjuntos.

Entre los resultados destacan el análisis de 16 Programas Sectoriales y su vinculación con el PNH 2014-2018; la celebración de más de 25 reuniones de trabajo con las subdirecciones y coordinaciones generales de la Conagua, para la definición de 72 iniciativas de proyectos multisectoriales, y más de 35 reuniones de trabajo para la coordinación multisectorial con 16 secretarías y dependencias, en las que se acordaron acciones conjuntas, así como el apoyo logístico para las sesiones de trabajo y el registro audiovisual de eventos.

Resultados principales:

El proyecto ha permitido la sensibilización sobre la importancia de la implementación del PNH 2014-2018, de manera multisectorial; definir y consensuar en el ámbito central las prioridades temáticas y territoriales con las secretarías y dependencias involucradas, y diseñar e instrumentar los mecanismos de colaboración (convenios, acuerdos, memorandos, etc.) entre la Conagua y las secretarías, para formalizar la ejecución de acciones. Con todo ello se beneficiará a la población que más sufre la problemática del agua.

- *Actualización y mantenimiento del sistema informático y de la información estadística y geográfica del Sistema de Información Nacional del Agua*

TH1426.3

El Sistema de Información Nacional del Agua (SINA) requiere una actualización constante de la información contenida en su base de datos y de sus tableros de consulta y difusión.

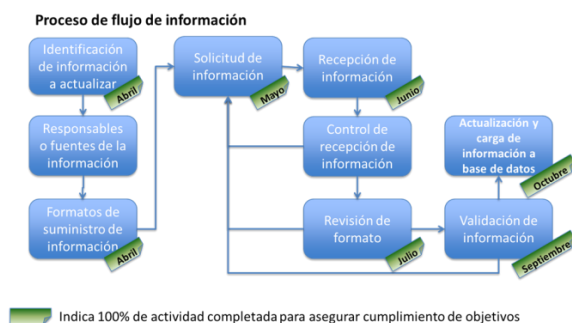
Las bases de datos (estadística y geográfica) fueron alimentadas con información para los años 2011, 2012 y 2013. La actualización contempló un universo de 136 temas del sector agua, obtenidos tanto del interior de la propia Conagua como de otras dependencias (INEGI, Cenapred, Cofepris, Salud, etc.). La base de datos geográfica del SINA creció de 108 capas, al inicio del proyecto, a 201 capas a su término.

Se tuvo un monitoreo constante de la problemática presentada por los tableros de consulta y difusión en el sistema expuesto al público, y los problemas detectados fueron solucionados dentro de los ambientes de pruebas y calidad, antes de ser publicados en el ambiente de producción nuevamente. A este respecto se dio mantenimiento a 58 tableros de 32 temas asociados al sector agua.

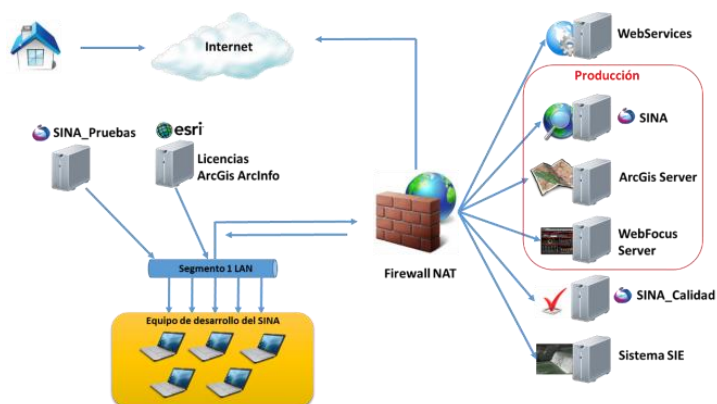
Finalmente, se desarrolló un visor geográfico sobre *Google Maps*, para mejorar la difusión de la cartografía del SINA.

Resultados principales:

Debido a que la información contenida en el SINA es pública, mantener actualizado el sistema permite que cualquier persona tenga acceso a la información del sector agua y conozca la situación actual. Además, permite a la comunidad científica y a los tomadores de decisiones el contar con información confiable para la realización de estudios y el establecimiento de políticas públicas.



Flujo de información y plazos de cumplimiento de actividades para llevar a cabo la actualización y mantenimiento del SINA.



Acceso a los diferentes ambientes del SINA a través de la Red.

- *Catálogo primario de proyectos*
TH1419.3

El proceso de generación de proyectos para la instrumentación del Programa Nacional Hídrico presenta diversas oportunidades de mejora. Asimismo, las fuentes de financiamiento son insuficientes para mitigar las necesidades reales en el sector. Por otro lado, la SHCP cuenta con una Cartera de Proyectos considerada como el principal instrumento del Sistema de Inversión Pública, integrada exclusivamente por proyectos socialmente rentables y muchos de ellos no alcanzan las metas contenidas en el Programa Nacional de Infraestructura y, mucho menos, en el Plan Nacional de Desarrollo, así como en los programas que de éste se derivan.

Se ha elaborado un glosario actualizado de términos y guía para ingresar proyectos; un catálogo de proyectos; un informe de reuniones estatales para validar la información; un archivo en Excel del catálogo primario de proyectos depurado, priorizado y fichas técnicas; un informe del análisis y propuesta de integración del Sistema de Información de Proyectos de Infraestructura Hidráulica y Análisis Técnico Prospectivo, y un informe final.

Resultados principales:

Un catálogo de proyectos facilita la elección de las mejores alternativas en proyectos de diversa envergadura, con objeto de lograr resultados concretos y benéficos, y contribuye a mejorar el proceso de planeación a mediano y largo plazos, de tal manera que se establezca un proceso continuo y regulado de inversiones en el sector hídrico para incidir en el cumplimiento de las nuevas políticas públicas establecidas en los objetivos y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo.

Comunicación



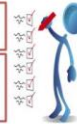
Talleres

Agrupan a los actores involucrados
Entidad Federativa
Región Hidrológico Administrativa



Identificar: proyectos realizados, proyectos a seguir, proyectos duplicados con otras dependencias.

Actualizar la información de cada proyecto, **validar** los proyectos y obtener un criterio homogéneo de llenado del catálogo para nuevos proyectos.



Proyecto

- Agruparlo en **Proyectos Integrales**.
- Alinearlo a **programas** de operación anuales.
- **Caracterizarlo** y asignarle una historia de vida.
- Depurarlos.



Catálogo primario de proyectos.

- *Coordinación, seguimiento, supervisión, integración y análisis del Programa de Medidas para Prevenir y Enfrentar la Sequía (etapa 2)*

TH1418.3

En este proyecto, solicitado por la Conagua, se busca evolucionar de lo reactivo a lo proactivo en cuanto a la atención a la sequía a través de medidas preventivas que mitiguen sus efectos, y acciones y estrategias estructurales y de gestión para ahorrar agua y utilizarla más eficientemente, ajustándose a la disponibilidad temporal.

Se tienen los documentos del programa para los consejos de cuenca Balsas y Bravo, y se aplicó la metodología para estimar la vulnerabilidad ante sequías en el contexto nacional por municipios.

Resultados principales:

Los organismos y los consejos de cuenca Balsas y Bravo disponen de una herramienta base para mejorar la gestión del agua durante la sequía.



- *Coordinación, seguimiento, supervisión, integración y análisis del Programa de Medidas para Prevenir y Enfrentar la Sequía (etapa 2), en el Consejo de Cuenca Río Bravo*
TH1433.3

El fenómeno de las sequías tiene efectos importantes en la economía de una región, por lo que se hace necesario poner en práctica procedimientos metodológicos para el alertamiento de la sequía y anticiparse a sus posibles efectos. Esto, principalmente en las ciudades, ya que debido a la alta densidad de población y requerimientos correspondientes, se encuentran en alto riesgo de tener problemas ante las sequías.

Por ello, se decidió estudiar, de manera inicial, la situación en las ciudades. En el Organismo de Cuenca Río Bravo se eligieron Monterrey, Nuevo León, y Chihuahua, Chihuahua, con el objetivo de llevar a cabo el Programa de Medidas para Prevenir y Enfrentar la Sequía en estas poblaciones.

La relevancia está en la novedad y en la comprensión de las sequías en ciudades, así como en el papel que juegan los organismos operadores en su atención y las medidas preventivas para enfrentar este fenómeno.

Resultados principales:

Las ciudades de Monterrey y Chihuahua contarán con un programa donde se describen las acciones que deben de tomar para prevenir o mitigar los impactos ocasionados por una sequía, facilitando la toma de decisiones al entrar en estas condiciones y evitar daños mayores, tanto sociales como económicos.

- ***Estudios para la caracterización y diagnóstico de la seguridad de 11 presas en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Tamaulipas, clasificadas con alto riesgo***

HC1444.3

La infraestructura hidráulica de nuestro país incluye presas y bordos los que, durante la temporada de lluvias o incluso durante su operación normal, pueden presentar situaciones de peligro de falla en sus estructuras y, en consecuencia, daños a la población, a sus bienes e infraestructura ubicada aguas abajo.

Este proyecto consistió en realizar estudios para evaluar el riesgo potencial en 11 presas del país ubicadas en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Tamaulipas. Para cada una de las presas se efectuó: 1) Recopilación y análisis de información, 2) Visitas de inspección, 3) Revisiones hidrológicas, 4) Estudios de campo (topografía, batimetría, pruebas geotécnicas de campo y laboratorio), 5) Estudio de peligro sísmico, 6) Revisiones de estabilidad de las obras, 7) Revisiones funcional y operacional de las obras, 8) Delimitaciones de zonas de peligro y 9) Planteamiento de propuestas de solución y diseño conceptual de mitigación de riesgos.

El estudio arrojó resultados de evaluación de 11 presas distribuidas en tres estados: tres en Guanajuato, seis en San Luis Potosí y dos en Tamaulipas. De ellas, cinco son de material de tierra homogénea, dos de mampostería, tres de muro de mampostería con respaldo de tierra y una enrocamiento con cara de concreto. Se encontró que cuatro presas son mayores a 15 m de altura, cuatro menores a 10 m y tres menores a 5 m. El 91% de las presas tiene una antigüedad de más de veinte años, periodo en el que los criterios hidrológicos de diseño han cambiado, por lo que fue necesario revisar su funcionamiento y capacidad de los embalses y cauces aguas abajo. Lo anterior, también explica los problemas serios por azolvamientos, diseño inadecuado o falta de conservación que pueda representar un peligro de falla.

Derivado de las inspecciones de seguridad se lograron apreciar diversas anomalías estructurales, destacando: la presa La Salitrera, en Guanajuato, donde falló la cortina en la zona del vertedor en el año 2010; la presa La Pastorilla, en San Luis Potosí, que se encuentra fuera de operación y sus muros están desplomados hacia el vaso, y las presas La Providencia y La Casita, en San Luis Potosí, que presentan cárcavas y erosiones provocadas por el desbordamiento del agua sobre la corona llevándose el respaldo de tierra. Estas condiciones permitieron identificar, analizar y evaluar las propuestas de rehabilitación.

Las cortinas de las presas La Herradura y Dolores, en San Luis Potosí, fueron sobre elevadas con material de azolve, por lo que se presentan en las cortinas deformaciones, asentamientos considerables y erosión del talud aguas arriba. En Tamaulipas, la presa Atemoztli presenta erosión en el cuerpo de la cortina y en la zona del vertedor. Dentro de los estudios de campo, se realizaron muestras de suelo y laboratorio de geotecnia que permitieron revisar y analizar la estabilidad de las cortinas de todas las presas, recomendaciones de compactación del suelo de los respaldos y taludes adecuados para garantizar su seguridad.

La presa Álvaro Obregón, en San Luis Potosí, tiene como obra de excedencias un puerto natural ubicado en la margen izquierda, el cual se encuentra invadido por edificaciones que han reducido notablemente el área de descarga, y en Tamaulipas, la presa El Tanque, no tiene una obra de excedencias como tal. Con el resultado de los estudios hidrológicos se encontró que las 11 presas no son seguras, por lo que se propusieron los nuevos diseños de las obras de excedencia y sus alternativas de solución como modificación del vertedor, sobre elevación de la cortina o modificación de la política de operación.

La principal problemática en cuanto a las zonas de peligro se presentaron en las presas El Obraje y Jalpa Vieja, en Guanajuato, debido a la escasa capacidad de almacenamiento. La sobre elevación de la cresta de las obras de excedencias provoca la incapacidad de descarga ante un evento extraordinario, aunado al crecimiento de zonas urbanas e infraestructura, reduciendo el área hidráulica del cauce aguas abajo. Como resultados, se obtuvieron los mapas de peligro por inundación y recomendaciones de obras de protección contra inundaciones que servirán de base a la autoridad para implementar las medidas de mitigación de riesgo en las zonas más vulnerables.

Por cada presa se entregó un informe de inspección y evaluación con el desarrollo de cada uno de las actividades estipuladas. Los estudios realizados de tipo geotécnico, análisis estructural de las cortinas y sísmico, por estado, contienen los análisis, información, resultados y recomendaciones para mejorar la seguridad estructural, funcional y operacional de las presas clasificadas con alto riesgo.

Resultados principales:

Estos estudios beneficiarán social y económicamente a las poblaciones e infraestructura ubicadas en zonas de influencia de dichas presas.



Presa Álvaro Obregón, San Luis Potosí.



Presa La Salitrera, Guanajuato.



Presa El Obraje, Guanajuato.

- *Programa técnico financiero para modernizar el servicio de la red hidrométrica de la Conagua, en el país*

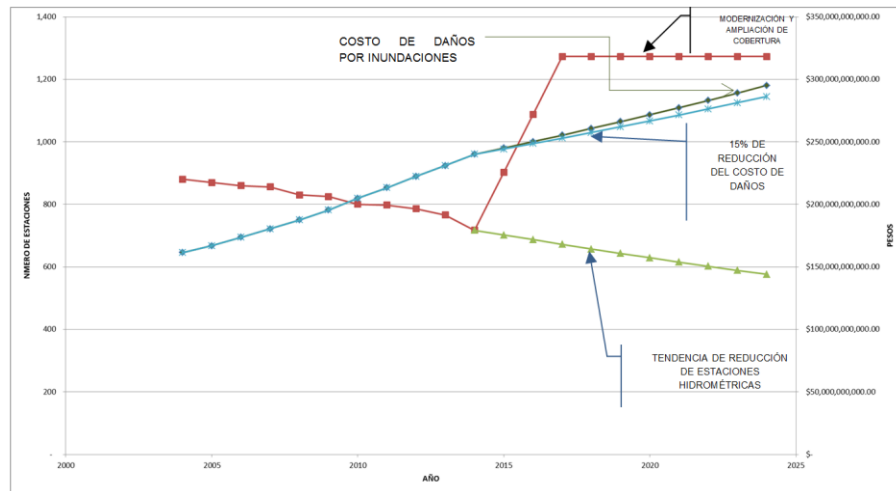
HC1431.3

La red de estaciones hidrométricas de la Conagua se ha reducido en número desde 1985. Pasó de tener 1 257 estaciones a 717 en el año 2014. La demanda de información hidrométrica en el país ha venido creciendo en los últimos cinco años; son casi cien solicitudes por trimestre. Es importante generar y poner a disposición la información requerida sobre los escurrimientos en el territorio nacional.

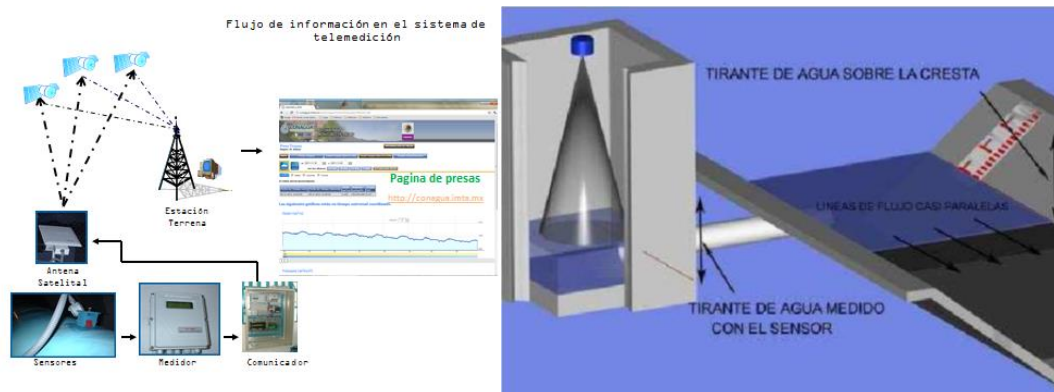
Mediante visitas de campo se determinó el estado de conservación de las estaciones existentes, identificaron necesidades y desarrollaron proyectos ejecutivos tipo. También, se analizaron las inversiones, se determinó la viabilidad de la inversión y se hizo un diagnóstico técnico y operativo de la red de estaciones hidrométricas operada por la Comisión.

Resultados principales:

Con este proyecto se determina la rentabilidad financiera y social a través del Costo Anual Equivalente de los proyectos de modernización de las 717 estaciones existentes, así como la instalación de 556 estaciones nuevas, todas ellas automatizadas y con transmisión oportuna y escalable de datos.



Decremento estimado en el número de estaciones hidrométricas.



Ejemplos de estaciones hidrométricas automáticas con envío de información.

- *Evaluación del riesgo de inundación a través del cálculo del Daño Anual Esperado municipal-regional (por Región Hidrológica), y elaboración de tres programas de prevención contra contingencias hidráulicas para tres ciudades/cuencas prioritarias*

TH1416.3

En México se han sufrido constantemente daños por inundaciones, los cuales se han magnificado por los efectos del cambio climático. Para minimizar tales daños, se han venido realizando acciones tales como el Programa Nacional Contra Contingencias Hidráulicas iniciado en 2013, donde se determinaron zonas potenciales de inundación y los posibles daños económicos que pudieran ocasionar.

En 2014 se continuaron estas acciones, de forma más detallada, en las ciudades de Cuernavaca, Morelos; Chilpancingo, Guerrero, y Morelia, Michoacán, enfocándose en el cálculo de manchas de inundación mediante modelación hidráulica para diferentes periodos de retorno en las condiciones topográficas actuales, y modelaciones con propuestas de medidas estructurales para mitigación de inundaciones. Con los resultados obtenidos se determinó el Daño Anual Esperado (DAE) con y sin medidas estructurales, el cual fue insumo para obtener costos índice, priorizar y programar en el tiempo la aplicación de cada medida.

Se tienen programas de mitigación de inundaciones, en los cuales se proponen las medidas a emplear para la reducción de daños y el cálculo de DAE urbano y agrícola en el país y por municipio.

Resultados principales:

Con el proyecto se identificarán posibles zonas de riesgo de inundación, peligrosidad y daños para diferentes periodos de retorno en tres ciudades del país.

- *Asistencia técnica para las etapas de construcción, puesta en marcha y seguimiento de la operación de la planta para potabilizar agua de la mina del Cerro Proaño, en la cabecera municipal de Fresnillo, Zacatecas*

TC1425.3

En un estudio realizado por el IMTA en 2010, se constató que mediante un tren de tratamiento consistente en filtración en antracita-arena seguido del proceso de nanofiltración, todos los contaminantes presentes en el agua de la mina Fresnillo (con elevada concentración de minerales y metales pesados) se remueven con eficiencias tales que permiten la generación de agua potable que satisface los requisitos de la modificación del año 2000 de la NOM-127-SSA1-1994 (NOM-127). Como producto de ese estudio, el IMTA entregó al H. Ayuntamiento de Fresnillo, Zacatecas el proyecto funcional de una planta de nanofiltración para potabilizar el agua de la mina.

Por solicitud de la Conagua, el IMTA brindó asistencia técnica al gobierno del estado y a la misma Comisión para la revisión del diseño de la ingeniería de proceso, así como en las etapas de construcción, puesta en marcha e inicio de operación de la planta potabilizadora, licitada en diciembre de 2013.

Se dio seguimiento a la instalación de otros componentes del proceso, puesta en marcha e inicio de operación de la potabilizadora. Las bombas de alta presión para la ósmosis inversa fueron sustituidas, a petición del IMTA.

La construcción de la planta se llevó a cabo, de acuerdo con el proyecto ejecutivo. Las unidades de filtración mostraron una alta eficiencia de remoción de turbiedad (94.5%), produciendo un agua que cumple con los requerimientos para ser ingresada al proceso de ósmosis inversa ($<1\text{UTN}$ y $\text{SDI}^*<5$) (UTN: Unidades de turbiedad nefelométricas) (SDI: Índice de densidad de sedimentos, por sus siglas en inglés). La ósmosis removió el 99.5% de los sólidos disueltos totales, con un porcentaje de recuperación de agua del 75%.

El IMTA fijó las condiciones de operación necesarias para producir un agua de calidad potable, conforme a los parámetros que se establecen en la NOM-127.

Resultados principales:

Con la planta potabilizadora se abastecerá a una población de aproximadamente 48 000 habitantes, en la zona centro de la ciudad de Fresnillo.



Vista general de la planta.



Bancos de ósmosis inversa.

- *Determinación del origen de la contaminación en pozos de los ramales Santa Catarina, Tláhuac (Netzahualcóyotl) y Mixquic-*

Santa Catarina y estudio de alternativas de tratamiento para entrega de agua potable en los puntos denominados: Viveros, Cuenca Lechera, Villa Centroamericana, Liconsa y Hospital Psiquiátrico, Distrito Federal

TC1450.3

En el Distrito Federal se extrae agua de pozos que se encuentra contaminada con hierro, manganeso, nitrógeno amoniacal, e incluso metano. En este estudio, se han buscado alternativas de tratamiento a la contaminación que se presenta en pozos de los ramales Santa Catarina, Tláhuac (Netzahualcóyotl) y Mixquic-Santa Catarina, para que el agua que entrega la Conagua cumpla con la normatividad vigente para agua potable.

En una primera etapa, se realizó una revisión de datos de calidad del agua de los cuatro años más recientes proporcionados por el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM), la cual se complementó con la obtenida mediante la caracterización del agua tomada en cuatro puntos acordados con el mismo Organismo, con base en los parámetros que establece la Modificación del año 2000 a la NOM-127-SSA1-1994 (NOM-127). Asimismo, para determinar la posibilidad de contaminación con aguas residuales, se analizaron compuestos emergentes en dos puntos.

Se confirmó la presencia de hierro, manganeso y nitrógeno amoniacal en concentraciones que rebasan los límites que establece la NOM-127. Con respecto a la presencia de contaminantes emergentes, se detectó metformina, fármaco de alto consumo en nuestro país, utilizado para el control de diabetes. Las concentraciones encontradas de 16 nanogramos por litro (ng/L) y 10 ng/L en el Hospital Psiquiátrico y LICONSA, respectivamente, no representan un riesgo por ingesta para la población. Como opción de tratamiento se puede recomendar el uso de filtros de carbón activado.

También, se evaluó la remoción de nitrógeno mediante un filtro biológico y la remoción de hierro utilizando una combinación de aireación (charolas) y filtración. La remoción de manganeso se realizó mediante adsorción-oxidación empleando hipoclorito y un filtro de zeolita recubierta con óxidos de manganeso (patente IMTA). El tratamiento antes mencionado se recomienda para tratar concentraciones de hasta 1 mg/L de nitrógeno amoniacal, 2.8 mg/L de hierro y 2 mg/L de manganeso para cumplir con los límites permisibles que establece la NOM-127.

El tratamiento antes mencionado se recomienda para tratar concentraciones de hasta 1 mg/L de nitrógeno amoniacal, 2.8 mg/L de hierro y 2 mg/L de manganeso para cumplir con los límites permisibles que establece la NOM-127.

Resultados principales:

Estos resultados son el antecedente para llevar a cabo el proyecto ejecutivo de una planta potabilizadora, planteada para tratar el agua que entrega la Conagua en la Delegación Tláhuac, que permita ofrecer agua de calidad potable a la población de esta demarcación.

La propuesta tecnológica del IMTA es técnicamente sencilla si se compara con otras actualmente utilizadas en el Valle de México para eliminar los mismos contaminantes. El tren de tratamiento considera el uso de materiales y equipos de origen nacional.



Muestreo.



Pruebas semipiloto en sitio.

- *Determinación del origen de la contaminación en pozos de los ramales Santa Catarina, Tláhuac (Nezahualcóyotl) y Mixquic-Santa Catarina, Distrito Federal*
TH1441.3

El organismo de Cuenca Aguas del Valle de México solicitó al IMTA realizar un estudio para identificar el origen de los contaminantes del agua de los pozos del ramal Tláhuac (Nezahualcóyotl), que rebasan los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994 modificación en el año 2000, así como identificar si existen de horizontes saturados de agua de buena calidad.

Para ello, se llevaron a cabo las siguientes actividades: 1) se midieron en campo en la vertical en los pozos, la temperatura, potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD) y profundidad; 2) se tomaron muestras de agua en los pozos en la vertical; 3) a las muestras de agua se les realizaron análisis químicos de laboratorio que incluyeron iones principales (calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros, sulfatos, carbonatos/bicarbonatos), más la gama de componentes que un sistema ICPMS (espectrometría de masas acoplada a inducción de plasma) identifique como arsénico, fluoruros, hierro, manganeso, uranio, metales pesados, entre otros, y 4) se determinaron los contenidos de isótopos estables de las muestras de agua.

Resultados principales:

El principal impacto social es que se podrá proveer de agua de mejor calidad a la población del Distrito Federal y del Estado de México.

En cuanto a los impactos tecnológicos, se ha desarrollado una metodología para la toma de muestras de agua en pozos en la vertical. Para este tipo de muestreo se requiere una infraestructura altamente especializada.



- *Proyecto ejecutivo del acueducto para abastecimiento de agua a Frontera y localidades ribereñas entre Arroyo Polo y Chichicastle, Centla, Tabasco*
TC1434.3, HC1434.3

Estudio de calidad del agua

La planta potabilizadora (clarificación convencional) ubicada en la ciudad de Frontera, Tabasco, se encuentra deteriorada y no opera adecuadamente, además de que trata un caudal muy por debajo del caudal de diseño (100 L/s) debido a que la línea de conducción que alimenta dicha planta pierde más del 80% en fugas y tomas clandestinas. El IMTA realizó el proyecto ejecutivo para su rehabilitación y poder dotar así de agua en cantidad y calidad a dicha población. Por otro lado, se elaboró el proyecto ejecutivo para la construcción de una nueva planta potabilizadora con capacidad para 22 L/s, que abastecerá a las comunidades ubicadas entre Chichicastle y Frontera.

El proyecto de rehabilitación de la planta potabilizadora de Frontera incluyó un diagnóstico y levantamientos previos para definir las unidades y procesos que requerían ser rehabilitados, con lo que se determinó lo siguiente: a) mejorar la medición de caudal y la mezcla rápida en la etapa de coagulación; b) colocar en posición adecuada las mamparas del floculador; c) cambiar tuberías de entrada y válvulas de seccionamiento y de compuerta en ambos sedimentadores, además de instalar nuevos módulos tubulares de sedimentación acelerada; d) rehabilitar los filtros, cambiar el sistema de lavado con solo agua a agua y aire, cambiar los bajos drenes, el material filtrante y las válvulas de control; e) rehabilitar el sistema de cloración; f) rehabilitar el sistema de dosificación de coagulante y polímero, y g) realizar mantenimiento general a toda la planta.

En lo referente al proyecto ejecutivo para la segunda planta potabilizadora de 22 L/s, la fuente de agua será el río Usumacinta, cuyos problemas de calidad de agua están relacionados con color (materia orgánica), turbiedad y coliformes, por lo que el proceso seleccionado para la potabilización será la clarificación

convencional (sulfato de aluminio y polímero) con sistemas de mezclado hidráulico, lavado mutuo de filtros, sistema de tratamiento de lodos y tanque de agua tratada de 1 200 metros cúbicos.

Resultados principales:

Una vez realizada la rehabilitación de la planta de Frontera y la construcción de la nueva planta, se podrá dotar de agua potable a dicha ciudad y a diez comunidades rurales con una población estimada de 34 342 habitantes.



Estado actual de sedimentador en la planta potabilizadora Frontera.

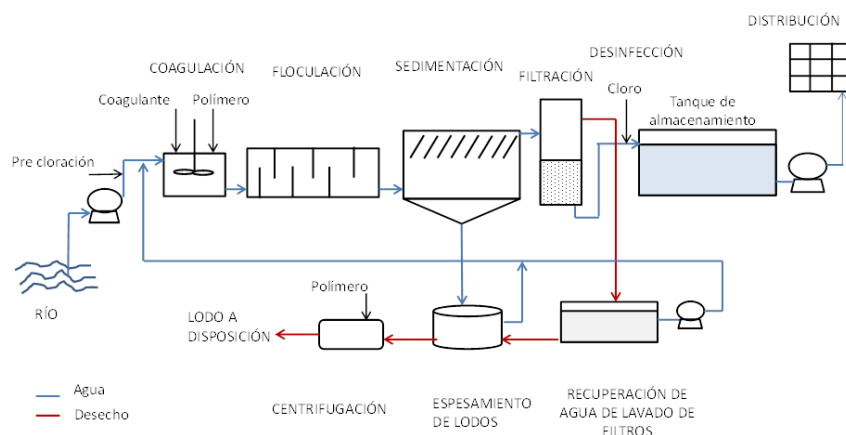


Diagrama de flujo planta potabilizadora de Chichicastle.

Estudio hidráulico

La ciudad de Frontera cuenta con una planta potabilizadora con capacidad de 100 L/s, que se abastece del río Usumacinta. Dicha planta abastece a las localidades de Frontera, Arroyo Polo, La Victoria, Carlos Rovirosa, La Estrella, San Román y Felipe Carrillo Puerto. Considerando las proyecciones del Consejo Nacional de Población y las coberturas de servicio, la población máxima a abastecer se presenta en 2027 con 24 342 habitantes, por lo que, al ser fuente única de abastecimiento, se requieren 110 litros por segundo.

La obra de toma se ubica en la localidad de Chichicastle. Dicha captación se encuentra a 47.5 km de Frontera y se extrae un caudal de 250 L/s. El agua se conduce a través de una tubería de 20 pulgadas de diámetro, que en su mayoría es de fibrocemento. En el trayecto de conducción se pierden entre 200 y 232 L/s por fugas y tomas domiciliarias irregulares (80 y 93% del caudal extraído). El principal origen de las pérdidas se debe a los daños sufridos por la tubería cuando se instalan tomas irregulares.

En el proyecto se diseña un sistema independiente para abastecer a las localidades ribereñas y la instalación de una línea de conducción de hierro dúctil o acero que suministre agua a la planta potabilizadora en Frontera.

Dentro de los trabajos se tiene: recopilación y análisis de información, determinación de datos básicos para los proyectos y modelación de alternativas, selección y recorridos de campo de las líneas de conducción y sitios de plantas y estructuras, levantamientos de topografía y batimetría, trabajos de geotecnia y mecánica de suelos en conducción, trabajos de geotecnia en estructuras y sitios especiales, proyecto ejecutivo de las líneas de conducción, proyecto ejecutivo de plantas de bombeo, proyecto ejecutivo de tanques, proyecto ejecutivo de planta potabilizadora y proyecto de rehabilitación de planta existente y documentación para licitación.

Resultados principales:

Con la construcción de la planta potabilizadora en Chichicastle para localidades ribereñas, se cumple con el derecho de servicio de agua potable a los usuarios de las localidades ribereñas (6 000 personas) y permite que la conducción lleve el agua necesaria a la planta potabilizadora en Frontera para abastecer a esa ciudad y comunidades aledañas.

Este servicio se complementa con la rehabilitación de la planta potabilizadora, proporcionando así calidad y continuidad en el servicio de abastecimiento de agua potable en esta región de Tabasco (24 342 habitantes). Dicha acción fomenta el desarrollo de la industria petrolera y ganadera de la región. Cabe mencionar que Frontera se encuentra en una zona de potencial desarrollo petrolero debido a los yacimientos próximos a su costa y que tiene la capacidad de un desarrollo portuario importante.



- *Impulso y crecimiento de las acciones del Programa de Agua Limpia para el bienestar y salud de la población*

TC1440.3

El Programa de Agua Limpia (PAL) surge en abril de 1991, como respuesta de la Federación a la vulnerabilidad de la población ante la hidrotransmisión de enfermedades infecciosas intestinales. El Programa da apoyo preferentemente a los municipios de alta y muy alta marginalidad para incrementar la cobertura de desinfección de agua, la protección física y sanitaria de fuentes de abastecimiento y operativos de saneamiento básico.

Dado que el seguimiento y evaluación de los resultados de los programas federales permiten orientar medidas para que estos sean más eficientes y eficaces, mediante un análisis estructural de aspectos específicos del PAL y encuesta a una muestra de la población objetivo (doscientas localidades de 26 estados de la república), se identificaron áreas de oportunidad para elaborar propuestas concretas que lleven al reforzamiento y crecimiento de las acciones del Programa Agua Limpia.

El diseño del PAL es congruente con el fin para el cual fue creado. El análisis estadístico de datos de mortalidad, indican que la protección sanitaria de fuentes de abastecimiento es la acción con mayor impacto, al reducir en un 27.12% la tasa de mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales en la población general; la sinergia con acciones de desinfección del agua resulta en una disminución del 41.58%. No obstante, en el marco de la normativa para agua potable, las acciones actuales son insuficientes para asegurar que el agua es apta para consumo humano.

Para que el Programa incida en la prevención de enfermedades de origen hídrico, es necesario incrementar el presupuesto actual a fin de: verificar acciones en campo; fortalecer de manera prioritaria la protección física y sanitaria de las fuentes de abastecimiento y saneamiento básico; capacitación para desinfección del agua y manejo de la misma en los hogares; en localidades rurales y dispersas de la región centro norte del país, disminuir el hidroarsenicismo y la hidrofluorosis; implementar un programa de monitoreo básico para identificar problemas de calidad del agua, y establecer mecanismos de comunicación que faciliten la participación comunitaria.

Resultados principales:

El crecimiento y fortalecimiento del PAL beneficiaría a la población más vulnerable del país en el consumo de agua microbiológica y químicamente segura, ya sea la que recibe de los organismos operadores, o bien, la que colecta de diversas fuentes naturales. Esto sumará esfuerzos a otros programas para incrementar la cobertura de agua potable y desinfectada, así como en la disminución de la morbi-mortalidad general e infantil por enfermedades infecciosas intestinales. Las intervenciones mediante dispositivos intradomiciliarios para reducir la exposición a As y F, riesgos carcinogénicos y de fluorosis dental y/u ósea respectivamente, además de que ambos iones son neurotóxicos y disruptores endócrinos.



Levantamiento de encuestas.

- *Estudio de factibilidad de la remediación del acuífero Cuautitlán-Pachuca, localmente contaminado por cromo en la zona de Lechería, Tultitlán, Estado de México*

TC1335.3

El organismo de Cuenca Aguas del Valle de México solicitó al IMTA realizar un estudio para elaborar la estrategia de saneamiento del acuífero Cuautitlán-Pachuca, contaminado con cromo por la compañía Cromatos de México, que operó de 1958 a 1978 en Tultitlán, Estado de México.

En el terreno que ocupó la empresa se han detectado hasta 600 mg/L a 280 m de profundidad (en su mayoría Cr VI, especie más tóxica y móvil). Se desconoce la dinámica actual de la mancha de contaminación y se requiere un plan de remediación del acuífero.

Al respecto, el IMTA realizó el monitoreo de pozos en un radio de hasta 6.5 km respecto al sitio Cromatos, se propusieron distintas tecnologías de tratamiento para remover cromo disuelto a diferentes concentraciones y se evaluaron técnica y económicamente a nivel piloto y en sitio. Asimismo, se analizaron las ventajas y desventajas sobre distintas alternativas y escenarios de remediación.

De acuerdo con los resultados de las simulaciones de distintos escenarios de remediación, la mejor alternativa en cuanto a tiempo y costo consiste en eliminar el núcleo de la contaminación mediante la extracción de 37 L/s del pozo 5B (6 mg/L Cr T) y 13 L/s del pozo 4B (600 mg/L Cr T), mezclarlos y verterla al Túnel Emisor Central (TEC) para su biorremediación en la PTAR Atotonilco y en el suelo agrícola del Valle del Mezquital. Se sugiere llevar a cabo un estudio integral que simule y evalúe este escenario

En cuanto a la remediación de la pluma de contaminación, se propone la remoción de cromo mediante la construcción plantas de coagulación asistida por redox, seguida de filtración directa a pie de los pozos afectados (distancias menores a 3.5 km).

Con los resultados de pruebas de tratabilidad piloto, el IMTA ha logrado estimar costos de tratamiento y de inversión de distintas tecnologías fisicoquímicas para remover cromo.

Resultados principales:

Con la remoción del cromo en el acuífero, se reducirán riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente.

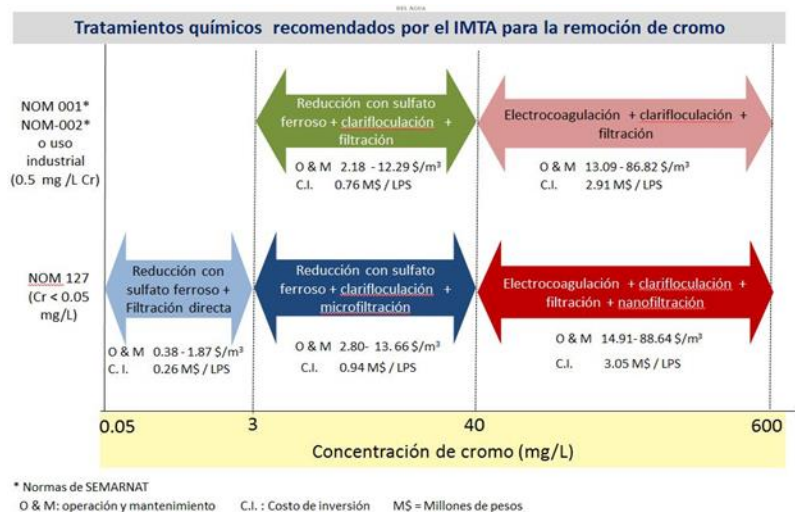
La implementación de plantas de filtración directa en los pozos ubicados en la pluma de contaminación, que ya están fuera de la NOM 127, permitiría abastecer de agua potable a cerca de 26 000 habitantes de la zona Tultitlán-Lechería



Planta piloto (electrocoagulación).



Planta piloto (filtración directa).



Esquema de tratamientos químicos recomendados por el IMTA.

- Selección de trenes de tratamiento e ingeniería básica para potabilizar 21 fuentes de abastecimiento en la Comarca Lagunera, Durango

TC1409.3

En más de veinte pozos profundos de la Comarca Lagunera, Durango, se ha detectado la presencia de arsénico en concentraciones por arriba del límite máximo permisible que establece la Modificación del año 2000 a la NOM-127-SSA1-1994, lo que representa un riesgo para la población.

Ante la necesidad de dar solución a la problemática de calidad del agua, conforme lo establece la normatividad vigente, la Conagua solicitó al IMTA llevar a cabo un estudio de factibilidad técnica para la implementación de plantas de filtración directa para potabilizar el agua de 21 pozos en Durango, y determinar los esquemas de tratamiento más convenientes de acuerdo a las áreas disponibles, infraestructura e interconexiones existentes.

Se definieron 15 esquemas de tratamiento, acorde con la agrupación de los pozos y tipo de contaminantes encontrados: a) filtración directa a pie de pozo con filtros a presión para remover arsénico en caudales menores de 120 L/s; b) filtración directa con filtros a gravedad para remover arsénico en caudales mayores de 120 L/s; c) tratamiento convencional a gravedad y nanofiltración para remover arsénico y flúor, respectivamente, y d) filtración directa con filtros a presión y nanofiltración para remover arsénico y flúor, respectivamente.

Se revisó la documentación del concurso de la licitación y se supervisaron las obras de instalación de dos plantas potabilizadoras en los pozos 6 y 12 de la ciudad de Gómez Palacio.

Resultados principales:

Una vez tratada el agua de los 21 pozos, se dotará de agua libre de arsénico a más de 400 000 habitantes de la región lagunera de Durango, reduciendo así los riesgos a la salud en la población por consumo de agua contaminada con arsénico y flúor.



Cimbra del arreglo del Pozo No. 6, Gómez Palacio, Durango.



Pozo No. 12 y filtro, Gómez Palacio, Durango.

- *Evaluación y diagnóstico de sistemas intradomiciliarios de tratamiento de aguas residuales*

TC1442.3

Las aguas residuales que se generan en ciudades y poblados son recolectadas por una red de alcantarillado y se dirigen a una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). A este esquema se le conoce como un sistema convencional y es el que normalmente debe de ser utilizado. Sin embargo, hay casos especiales en los cuales no pueden ser aplicados, por ejemplo: en zonas donde la población se encuentra muy dispersa o en lugares donde por la orografía (barrancas, cañadas) y/o el tipo de suelo (rocoso) se dificulta y eleva el costo de instalación de redes de alcantarillado y de sistemas de saneamiento convencional. En estos casos, se debe dar una solución particular que consiste en instalar sistemas de tratamiento domiciliarios para el tratamiento de aguas en el mismo lugar donde se generan (sistemas descentralizados) y que no requieran de un sistema de alcantarillado; solamente la conducción hacia la PTAR, en el mismo lugar.

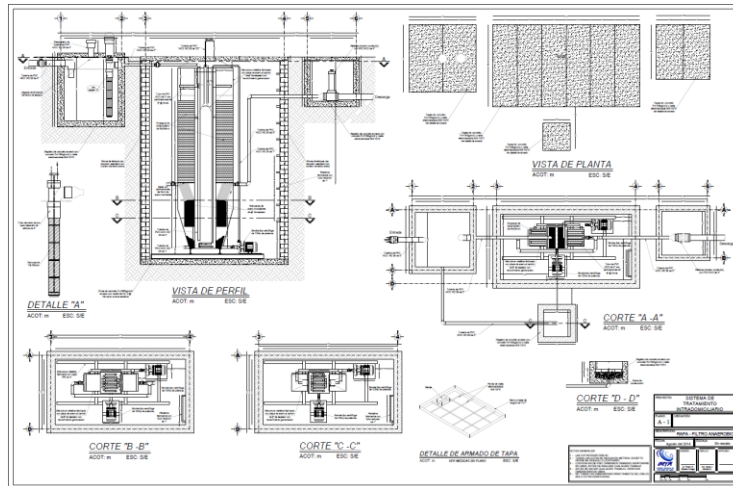
Estos sistemas son necesarios porque las aguas residuales domiciliarias, tal como salen de la casa, contienen contaminantes que, de no ser tratados, pueden afectar la salud y la calidad del ambiente. Entre estos contaminantes se encuentran microorganismos patógenos, materia orgánica, nutrientes, grasas y aceites, entre otros. Las aguas contaminadas no sólo afectan a los habitantes del lugar, sino también a los cuerpos receptores superficiales y subterráneos.

El objetivo del proyecto fue evaluar y diagnosticar el funcionamiento de cinco sistemas intradomiciliarios de tratamiento de aguas residuales, tres de nuevo diseño y dos existentes en el mercado, cuyo efluente tratado cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-1996 para cuerpo receptor tipo A, B o C.

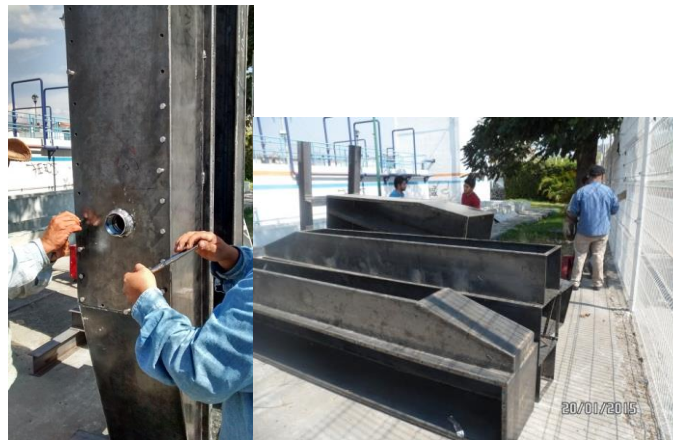
Se realizó el diseño, y construcción de tres nuevos sistemas intradomiciliarios de tratamiento de aguas residuales, compuestos por reactores biológicos tipo Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA), Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA), FAFA-filtro percolador y RAFA-lodos activados. Los diseños de los nuevos sistemas fueron desarrollados por el IMTA. El gasto de diseño de los sistemas fue de 1.4 m³/d, equivalente a una casa-habitación.

Resultados principales:

Se generó el nuevo diseño de tres sistemas de tratamiento intradomiciliarios, que permite dar tratamiento a las aguas residuales generadas desde una hasta cinco casas-habitación.



Plano constructivo de sistema RAFA-filtro anaerobio.



Sistemas intradomiciliarios de nuevo diseño, durante su construcción en la PTAR de El Texcal, Morelos.

- *Estudio geohidrológico para la elaboración de dictámenes técnicos en campo, Guanajuato*

TC1441.3

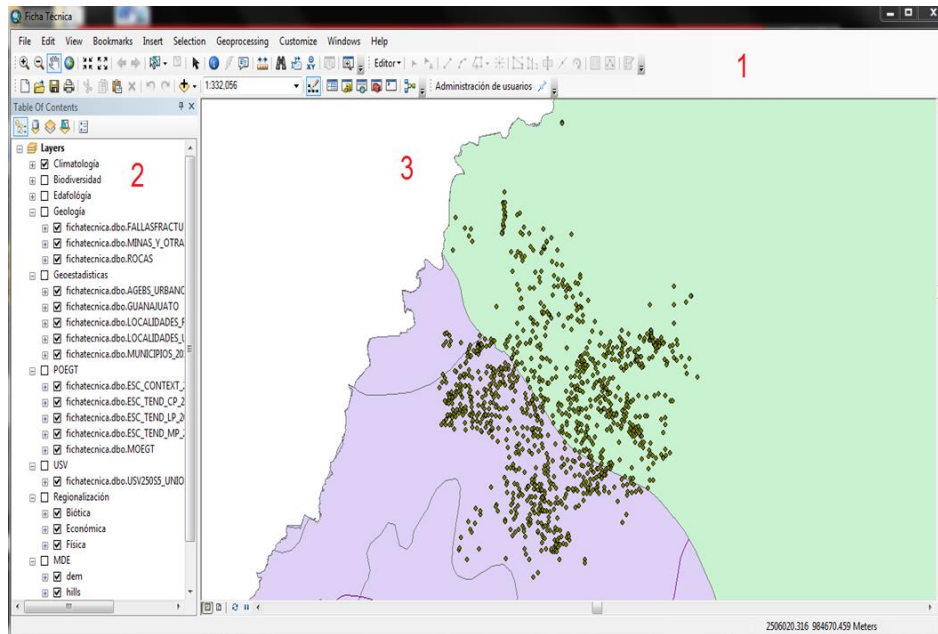
En el estado de Guanajuato, la extracción de agua subterránea representa la principal fuente de abastecimiento. Esto se debe, en gran parte, al crecimiento de la población en las últimas décadas y al desarrollo agrícola e industrial.

Desde 2010, la Dirección Local Guanajuato de la Conagua ha venido sistematizando los censos de aprovechamiento de agua subterránea. Ahora, requiere la actualización de los procesos técnicos de dictaminación de las aguas subterráneas de los veinte acuíferos del estado. Por ello, tiene interés en promover la tarea de actualización del padrón con ayuda de herramientas tecnológicas innovadoras, como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), para efectuar los censos de aprovechamiento y dictámenes técnicos de aguas subterráneas. Estas tecnologías incorporarán una interface en las tareas de la Dirección de Asistencia Técnica y Operativa para la generación de un banco de datos que contemple información administrativa geoespacial, así como aquellos que convergen en la planeación y administración del agua.

Del estudio se han derivado: tres módulos para captura y control de expedientes, de dictámenes técnicos y de información geográfica. Asimismo, se entregaron una estación de trabajo con sistemas configurados, tres dispositivos móviles GPS, y un manual técnico y un manual de usuario del funcionamiento general ya con las configuraciones realizadas del desarrollo tecnológico.

Resultados principales:

Reducir la sobreexplotación de los acuíferos; realizar balances de disponibilidad de los acuíferos, de acuerdo con la NOM-011, e implementación de tecnología avanzada.



Inicio del sistema de información.

FichaTecnica

Generales | **Características** | Coordenadas | Documentos

Beneficiarios: Uso: Pecuario M: Superficie: Sist. de Riego:

Tipo de cultivo: Cult. Prim-Verano: Cult. Otoño-Inv:

PERENE: Equipado: ☐ Sí ☐ No En operación: ☐ Sí ☐ No Medi. Profundidad: ☐ Sí ☒ No

Pzo. Observ. Viable: ☐ Sí ☐ No Domestico: Existe red de agua potable: ☐ Sí ☐ No

Fuente de abastecimiento mas cercana: De que surten el agua:

Profundidad total: Diámetro de ADEME:

Tipo Bomba: ☐ Sumergible ☐ Vertical Diámetro de perforación: Diámetro descarga:

Longitud de columna: Gasto LPS: Horas operando: Días operando:

Medidor

☐ Sí ☒ No Marca: Serie: Lectura: Medidor CFE: RPU:

Motor

Tipo: Marca: Potencia: Serie:

Aprovechamiento

Tipo: Situación: Original:

Vol. Extracción: Localidad: Municipio:

Genera Dictámen Nuevo Editar Salvar Cancelar Salir

Ficha de captura técnica: características de información.

- *Actualización técnica y modernización del Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS) (segunda etapa)*

HC1433.3

El *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, impulsado y desarrollado por la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, tiene como objetivo principal apoyar el desarrollo de los organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como promover el desarrollo tecnológico a través de la formación y capacitación de los recursos humanos.

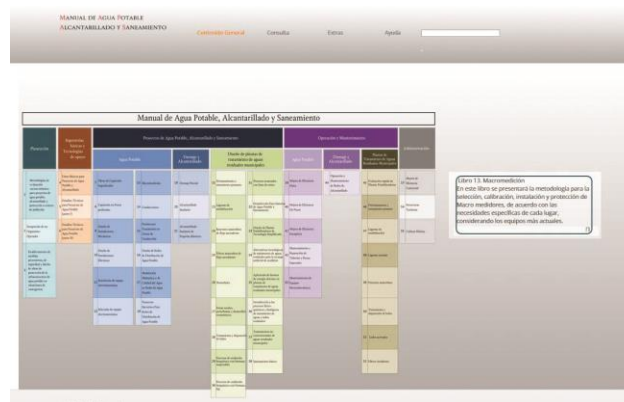
En esta segunda etapa se elaboraron los contenidos técnicos de seis libros nuevos, se realizó la formación editorial de 55 libros y se conformaron dos plataformas digitales para visualización y consulta de los 55 libros del manual.

Resultados principales:

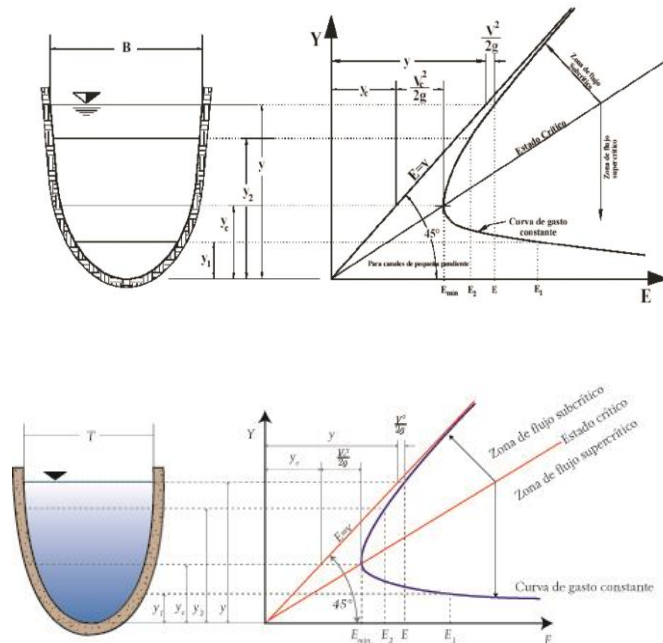
Esta nueva versión del *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento* incluye temas de planeación y administración, así como los principales procesos de tratamiento de aguas residuales.



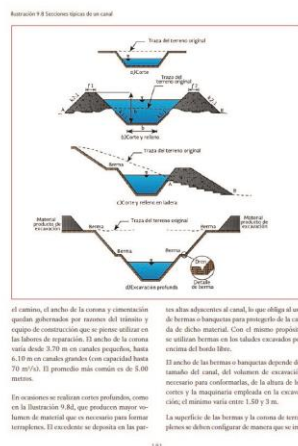
Visualización de los libros en la plataforma virtual MAPAS Digital.



Visualización de los 55 títulos de los libros, por módulo, en la plataforma MAPAS Digital.



Ejemplo de mejora de imágenes contenidas en el manual.



El canal se divide en tres secciones: 'Corte y relleno', 'Corte y relleno en talud' y 'Corte y relleno en fondo'. Se indican las curvas de nivel y la diferencia de altura entre la superficie original y la nueva.

La diferencia de altura entre la superficie original y la nueva se calcula con la siguiente fórmula:

$$H = H_1 - H_2 = (H_1 - H_2) + (H_2 - H_3) + (H_3 - H_4) + \dots$$

Donde:

- H_1 = El coeficiente de abundamiento del material al pasar del área de corte al área de relleno completo.
- H_2 = El coeficiente de abundamiento del material al pasar del área de relleno al área de corte.
- H_3 = El coeficiente de abundamiento del material al pasar del área de corte al área de relleno.
- H_4 = El coeficiente de abundamiento del material al pasar del área de relleno al área de corte.

La diferencia de altura entre la superficie original y la nueva se calcula con la siguiente fórmula:

$$H = H_1 - H_2 = (H_1 - H_2) + (H_2 - H_3) + (H_3 - H_4) + \dots$$

Donde:

- H_1 = El coeficiente de abundamiento del material al pasar del área de corte al área de relleno completo.
- H_2 = El coeficiente de abundamiento del material al pasar del área de relleno al área de corte.
- H_3 = El coeficiente de abundamiento del material al pasar del área de corte al área de relleno.
- H_4 = El coeficiente de abundamiento del material al pasar del área de relleno al área de corte.

Ejemplo de la edición final de los libros del MAPAS.

- *Elaboración del libro Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales: procesos avanzados con fines de reúso*
TH1431.3

En 2014 se celebró un convenio de colaboración para elaborar cinco libros del módulo "Saneamiento y calidad del agua" para su incorporación al manual mencionado. Uno de los libros convenidos fue *Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. Procesos avanzados con fines de reúso*.

En el libro se presentan los criterios y métodos de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales donde se utilizan procesos avanzados, a fin de obtener agua regenerada para su aprovechamiento en actividades que requieren alta calidad de agua.

Resultados principales:

El libro es una útil herramienta para técnicos que se dedican al diseño de plantas de tratamiento avanzado de aguas residuales.

- *Pozos radiales en los sitios de la Isla 1 e Isla 2, así como su interconexión con la infraestructura actual de abastecimiento, municipio de Centro, Tabasco*
TH1422.3

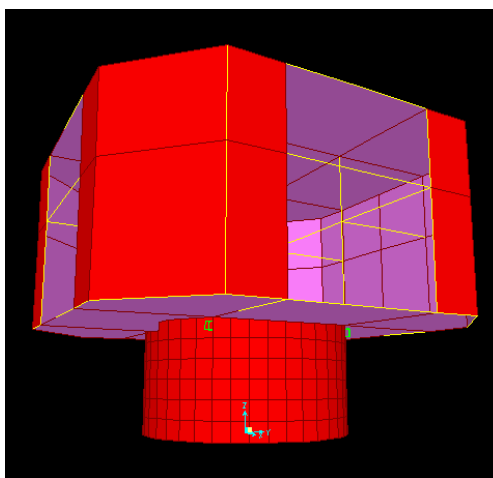
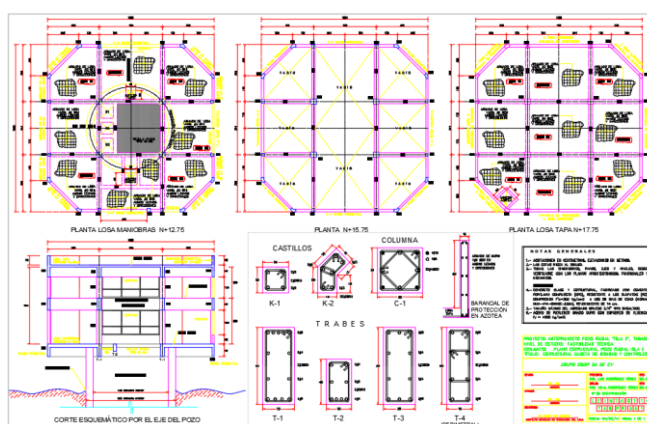
En 2013 se realizó el estudio de caracterización del cauce en los ríos Carrizal y Sierra en las cercanías de las obras de toma (Isla 1, Isla 2, Villahermosa y Parrillas), para localizar sitios potenciales para la construcción de obras de captación subterránea.

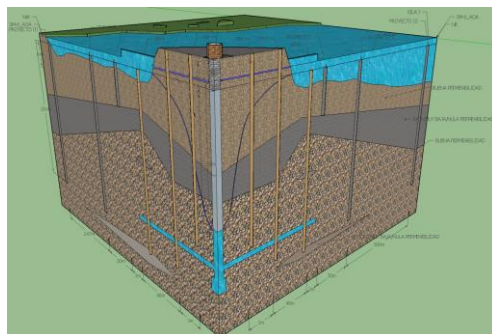
En 2014 se iniciaron los estudios que generan los proyectos ejecutivos de los pozos radiales de Isla 1 y 2 que definirán el diseño final del pozo radial: el diámetro y longitud de la carcasa, los drenes laterales, materiales, control de obra, especificaciones técnicas del método de trabajo constructivo, tipo de equipamiento electromecánico, el régimen de producción y conducción hasta las plantas potabilizadoras en operación, impacto ambiental así como al análisis costo-beneficio.

Los problemas fundamentales que se enfrentan en las obras de toma para extraer agua de la corriente del río Carrizal son: alto contenido de arenas suspendidas, fluctuaciones de nivel del río, azolvamiento, deterioro en los equipos de bombeo, paro de la planta potabilizadora por la presencia de altos contenidos de sólidos en suspensión.

Resultados principales:

La implementación de pozos radiales impactará en la liberación de recursos por: ampliación de la vida útil de equipos y accesorios de bombeo, eliminación de dragados alrededor de las áreas de captación, menor consumo de reactivos empleados para la potabilización, reducción en costo de energía eléctrica y ampliación de vida útil de paneles prefabricados para tanques sedimentadores. Además, la tecnología empleada se utilizará para capacitar a los organismos operadores, universidades e investigadores interesados en pozos radiales.





- *Análisis hidrogeológico regional y caracterización geoquímica e isotópica de los flujos de agua subterránea de los acuíferos profundos de la Cuenca del Valle de México*
TH1424.3

En 2012, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (Sacmex) llevó a cabo la perforación exploratoria profunda denominada “Pozo San Lorenzo Tezonco”, a poco más de 2,000 m de profundidad, con el fin de investigar la posible existencia y aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos alojados en los acuíferos profundos de la cuenca del valle de México.

El pozo San Lorenzo Tezonco produce un caudal de 50 lps, aproximadamente, y la calidad del agua únicamente presenta concentraciones de fierro fuera de la norma NOM 127, lo cual indica, que los recursos profundos son susceptibles de ser potabilizados para su aprovechamiento.

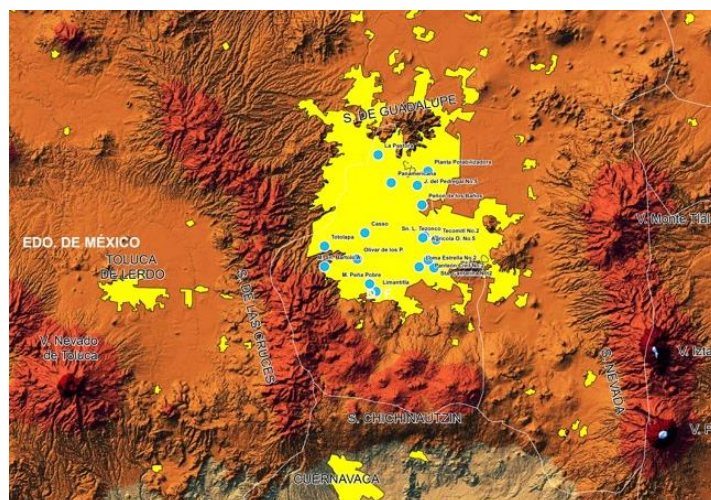
El IMTA desarrolla el presente proyecto con el fin caracterizar geoquímica e isotópicamente los flujos de agua subterránea profundos existentes en el subsuelo, identificar el origen de la recarga de los mismos, establecer los tiempos de residencia del agua subterránea y definir los procesos geoquímicos de la interacción agua-roca.

Resultados principales:

El desarrollo del proyecto permitirá contar con el marco de referencia geoquímico e isotópico de las condiciones naturales originales de los acuíferos profundos de la cuenca del valle de México. Ello hará posible evaluar la evolución en calidad y cantidad en las etapas de desarrollo y aprovechamiento de los recursos hídricos.



Toma de muestras de agua y medición de parámetros de campo en el pozo exploratorio San Lorenzo Tezonco.



Aprovechamientos del valle de México utilizados en la caracterización isotópica y geoquímica del agua subterránea.

- *Proyecto integral para manejo del agua en la cuenca de la laguna de Tixtla, Guerrero*
TH1421.3, TC1435.3, TC1436.3 TC1439.3

La laguna de Tixtla, en Guerrero, ubicada en una cuenca cerrada, ha crecido en diversas ocasiones inundando una parte considerable de la localidad de Tixtla en el estado de Guerrero. En septiembre de 2013, la inundación llegó a un nivel máximo histórico con una permanencia de la inundación de tres meses. Para dar solución a esta problemática se estudian diversas opciones para el control del nivel en la laguna, entre otros la rehabilitación de diversos resumideros ubicados en la laguna, la instalación de cárcamos de bombeo, así como otras opciones presentadas por un grupo de profesionales de la misma localidad como son la

construcción de un túnel-canal para abrir la cuenca y la construcción de bordos de protección, todas estas opciones serán evaluadas técnica y económicamente para tomar la decisión que mejor proteja a la población al menor costo. Adicionalmente, a los problemas de inundación de esta población se suman problemas de servicios de agua potable y alcantarillado, para lo cual también se trabaja en su mejoramiento. El objetivo principal del estudio es formular un proyecto integral para manejo del agua en la cuenca de la laguna de Tixtla, que considere todos los aspectos relacionados con el agua. El mayor impacto será la protección contra inundaciones, basada en estudios de hidrología superficial y subterránea, así como con aspectos asociados a los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento.

Asimismo, entre los diversos temas que se atienden en el proyecto integral se tiene el diagnóstico de la calidad del agua y nivel de contaminación en la laguna. Desde esta óptica, el IMTA abordó tres vertientes del proyecto para resolver aspectos referentes a: tratamiento de aguas residuales, suministro de agua potable y saneamiento de la laguna.

Se llevó a cabo el diagnóstico físico y electromecánico de los equipos de la planta de tratamiento de aguas residuales y del cárcamo de bombeo de estas aguas. Se propuso un sistema combinado, que incluye una red de alcantarillado para cerca del 84% de la población, de donde el agua será enviada a un sistema centralizado de tratamiento consistente de una combinación de proceso anaerobio (reactor anaerobio de flujo ascendente) con uno aerobio (biodisco). Las viviendas que no queden conectadas serán consideradas para contar con un sistema intradomiciliario de tratamiento.

Para el suministro de agua potable se rehabilitó la planta potabilizadora con las siguientes acciones: a) instalación de un medidor de flujo electromagnético y mezclador estático; b) adecuación del clarifloculador, con la instalación de un sistema para activar y ajustar las frecuencias de las pulsaciones y cambio de mamparas de fondo (tranquilizadores); c) instalación de un sistema de recuperación de agua sedimentada; d) sustitución del medio filtrante (arena) por zeolita para remoción de manganeso (adsorción-oxidación), y e) adecuación del sistema de preparación de reactivos, del sistema de drenaje pluvial y conductos eléctricos.

Una vez concluida la rehabilitación, el agua tratada de la planta cumplió con la NOM-127. Se capacitó a 15 personas para la adecuada operación de la planta.

Asimismo, se llevaron a cabo monitoreos de la calidad del agua de la laguna y, con base en ello, se propusieron acciones para contribuir a mejorar la calidad del agua.

Por otra parte, con el fin de mejorar la calidad del agua de la laguna de Tixtla, así como la integridad ambiental de su cuenca, es importante realizar el monitoreo del cuerpo de agua y de sus ríos tributarios. Por ello, se llevó a cabo un proyecto para analizar la calidad del agua y del grado de contaminación de la laguna de Tixtla.

La laguna se clasifica como somera (con profundidades entre 0.55 a 2.13 m). Es un cuerpo de agua cálido tropical (superior a 24 °C), con pH alcalino adecuado para riego agrícola (RA, 4.5 – 9 unidades, de acuerdo con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua [CECA], CCE-CCA-001-1989). El oxígeno disuelto cumple con LMP por los CECA (5 mg/L) para la Protección a la Vida Acuática. De las estaciones muestreadas, sólo se encontró la estación Efluente Dolina (3.83 mg/L) con un valor por debajo del permitido por los CECA (LMP = 5 mg/L) para la Protección a la Vida Acuática. La transparencia es menor a 0.2 m; indica alta concentración de sólidos y presencia de algas debido a las actividades antropogénicas cercanas a la laguna. Los parámetros que se destacaron por no cumplir con los límites establecidos por los (CE-CCA-001-1989) para la protección a la vida acuática fueron: fosfatos totales (en los cuatro muestreos), nitrógeno amoniacal y los coliformes fecales (ambos en tres de los cuatro muestreos).

Se encontraron tres divisiones de fitoplancton: cianofitas, clorofitas y crisofitas; destaca el grupo de las cianofitas o algas azul-verde, grupo característico de cuerpos de agua eutróficos (o altos en nutrientes), y zooplancton: *Brachionus havanaensis*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, copépodos y las larvas de nauplio, también característicos de lagos y lagunas eutróficas.

Resultados principales:

El mayor impacto será la protección contra inundaciones, basada en estudios de hidrología superficial y subterránea, así como con aspectos asociados a los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento.

El proyecto apoya la mejora de la calidad de vida de los habitantes de Tixtla de Guerrero, al dotarlos de infraestructura y acciones para contar con un suministro confiable de agua potable, un sistema de tratamiento de aguas residuales que minimice el consumo de energía eléctrica y, en consecuencia, el costo general del tratamiento. De igual forma, ayuda a preservar el estado de la laguna para que esta proporcione servicios ambientales a los habitantes de la zona y no sea un cuerpo de agua que comprometa la salud pública.

El estudio guarda un importante componente social, ya que la zona urbana de Tixtla tiene un grado de marginación medio. La laguna es un cuerpo de agua natural en el que se requiere un análisis de su futuro manejo, con factores a considerar como: uso actual y potencial del cuerpo de agua, control de la llegada de aguas negras y grises a la laguna, y mantenimiento de la laguna como un factor para regular el microclima de la cuenca.

Asimismo, contribuye con el análisis de la calidad del agua y del grado de contaminación de la laguna, además de la propuesta de acciones para su rehabilitación y manejo, al conocimiento de las afectaciones causadas por las aguas residuales que llegan a la laguna sin tratamiento y otro de los impactos económicos se centra en el conocimiento de la dinámica de la laguna de Tixtla, ya que abre un abanico de posibilidades para su manejo sustentable siempre y cuando se lleven a cabo las propuestas de manera ordenada, puntual y corresponsable.

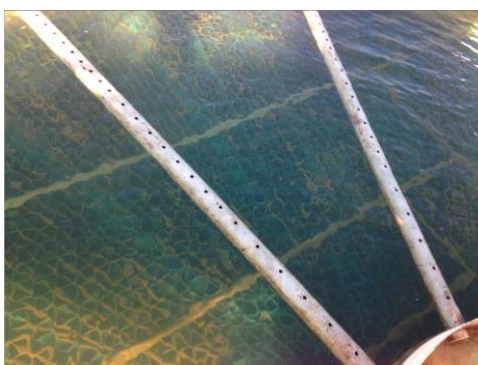




Sistema centralizado).



Clarifloculador de la potabilizadora antes de la rehabilitación.



Clarifloculador de la potabilizadora después de la rehabilitación.





- *Estrategia de Difusión y Promoción para el Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego del Estado de Zacatecas 2014*
CP1428.3

El agua subterránea se ha convertido en un elemento indispensable para el suministro a los diferentes usuarios, bien sea en las zonas áridas donde constituye la fuente de abastecimiento más importante y a menudo único, o en las diferentes ciudades del territorio que han tenido que recurrir a ella para cubrir sus crecientes requerimientos de agua. La presión sobre los acuíferos se ha incrementado debido a que, además de la extracción excesiva, los volúmenes de infiltración se reducen por la pérdida de zonas de recarga a consecuencia de la deforestación y de los cambios de uso del suelo.

Con base en lo anterior, se requiere promover la participación de los propietarios de pozos de Zacatecas para incentivar su inscripción y participación de manera informada al Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego (MOTUR) del Estado de Zacatecas 2014, mediante la adquisición nuevos equipos electromecánicos para la extracción agua subterránea o la conducción de aguas superficiales.

El resultado de la estrategia de promoción y difusión del programa MOTUR, de acuerdo con el total de preinscripciones obtenidas, fue de 2 278, las cuales se obtuvieron en 42 de los 58 municipios del estado. La promoción incluyó productos de comunicación tales como folletos, carteles, infogramas, *flyers* y videos.

Resultados principales:

En este proceso de difusión y promoción del Programa MOTUR se rebasó la meta inicial, que consistía en obtener, al menos, 2 000 preinscripciones. Esta modernización del campo zacatecano es un compromiso de gobierno de la presente administración.



- *Integración y generación del informe estadístico 2012-2013, con apoyo de los sistemas informáticos plan-DR y SISTAG-CNA RD1421.3*

La obtención y sistematización de información estadística e hidrométrica de la agricultura de riego es una necesidad imprescindible para la planeación y seguimiento de las políticas hidroagrícolas del país. La información estadística es el insumo principal para la generación de indicadores de seguimiento y fundamentar la toma de decisiones de la administración pública, reflejando la capacidad productiva de los distritos de riego. Por esto es que la Conagua requiere contar con capacidad y oportunidad de respuesta ante la creciente demanda social de información, así como para sustentar con ello la orientación estratégica del sector agua en el país, manteniendo una política de mejora y actualización de personal, procedimientos y herramientas computacionales que faciliten la integración nacional de información estadística e hidrométrica en los distritos de riego.

El IMTA apoya a la Conagua para sistematizar información estadística e hidrométrica de modo recurrente, así como para actualizar a su personal en conceptos, metodologías y lineamientos sobre elaboración de planes de riego y estadísticas agrícolas que faciliten la obtención y sistematización de la información agrícola e hidrométrica, para lo cual el desarrollo de talleres presenciales y virtuales son una alternativa viable que puede facilitar la diseminación del conocimiento de herramientas informáticas desarrolladas por el IMTA

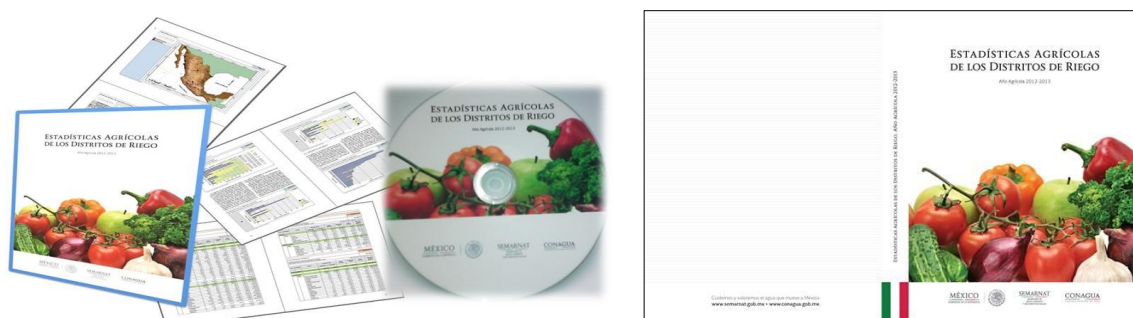
usadas en los distritos de riego, como el PLAN-DR y el SISTAG-CNA. En 2014 el IMTA integró la estadística agrícola e hidrométrica de los distritos de riego y publicó, además, los informes estadísticos e hidrométricos de los distritos de riego del año agrícola 2012-2013.

De igual forma, se validó e integró el informe estadístico del año agrícola 2012-2013, considerando los lineamientos para la generación de estadística determinados por el INEGI, Presidencia de la República y la Comisión Nacional del Agua, y se actualizó a 113 técnicos de los distritos de riego en el uso de los paquetes computacionales desarrolladas por el IMTA (Plan-DR y SISTAG-CNA), aplicando técnicas modernas para transmitir los métodos y procedimientos a través de una plataforma virtual, complementadas por asesorías personalizadas a los técnicos de 85 distritos de riego de la Comisión.

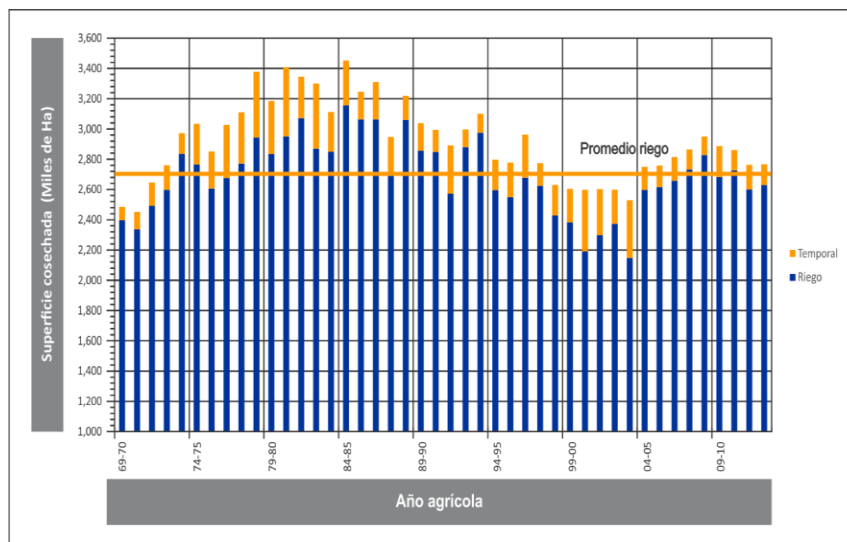
Resultados principales:

Con los trabajos realizados en el marco del proyecto, se elaboró un libro de estadísticas agrícolas e hidrométricas de los distritos de riego del país en forma impresa y electrónica, que contiene información del último año agrícola (2012-2013), donde se reporta una producción media de 1.7 t/ha, un índice de siniestrabilidad del 3% y un volumen distribuido en el año agrícola de 25 611 millones de m³, equivalente a un incremento del 8.1% con respecto al volumen del año 2003/04, el más bajo de los últimos 28 años agrícolas, y a una lámina promedio de 101 centímetros por hectárea.

De esta manera, se cuenta con una herramienta de información estadística e hidrométrica que apoya la instrumentación de políticas hidroagrícolas.



Libro de estadísticas agrícolas 2012-2013, de los distritos de riego.



Superficie cosechada en los distritos de riego en México (1969-70 a 2012/13).



Transferencia del conocimiento a través de una plataforma virtual, apoyada en el uso de medios virtuales.

- *Fortalecimiento de la capacidad institucional para elaboración de proyectos de registro de obras en zona de libre alumbramiento*

DP1425.3

El objetivo de la Dirección Local Chihuahua (DLCH) es regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr el desarrollo integral sustentable. Por lo anterior, es de gran importancia atender las actividades sustantivas de administración del agua para la atención de usuarios y dar respuesta a los interesados en términos de la Ley de Aguas Nacionales, para lo cual se requiere abatir el rezago existente desde la emisión de resoluciones. Por ello resulta necesario que cuente con apoyo para llevar a cabo las actividades señaladas.

Debido al gran volumen de trabajo para abatir el rezago existente y a que los recursos humanos asignados a la Conagua resultan insuficientes, se solicitó el apoyo del IMTA para coadyuvar a analizar y determinar la procedencia o no de las solicitudes de inscripción, así como la elaboración del proyecto de solicitud de registro de obra en zona de libre alumbramiento.

Se revisaron e integraron 16,452 expedientes derivados de la verificación y solicitud de registro de aprovechamientos hídricos en zonas de libre alumbramiento en Chihuahua, que se encontraban físicamente en las oficinas de la Dirección Local Chihuahua de la Conagua. Dichos expedientes integraban el rezago existente y estaban pendientes por concluir.

Para abatir este rezago, se realizaron las siguientes actividades: ordenamiento y revisión de los expedientes físicos, captura de datos generales en la plataforma del Sistema de Información de Administración del Agua (SIAA), digitalización de documentos y carga en el SIAA, elaboración de proyectos de no procedencia, negativa o desechamiento y elaboración de proyectos de solicitud de registro de obra en zona de libre alumbramiento ante el Registro Público de Derechos del Agua (Repda). Se acordó que aquellos trámites que no contaran con información completa de los usuarios o resultado de las verificaciones, quedarían en trámite por parte de la Subdirección de Administración del Agua de la Dirección Local Chihuahua.

Posteriormente, se adjuntaron en la plataforma tecnológica del SIAA. Los resultados finales se muestran en la siguiente tabla:

Productos finales	
Tipo	Cantidad
Solicitudes con falta de información de visitas que no se pueden solicitar su registro al Repda	1 573
Trámites enviados al Repda para su registro	7 449
Negativas/no procedencias (oficio y listado de DLCH a Repda)	7 059
Requerimientos (oficio de DLCH a usuarios)	371
Total	16 452

Resultados principales:

El registro de los aprovechamientos en zonas de libre alumbramiento permite un mejor control en la administración de las aguas nacionales, sobretodo bajo la expectativa de que un uso inadecuado del recurso puede provocar una sobreexplotación de acuíferos en el país. Con esta asesoría, se podrá actualizar la información e incorporar al sistema las funcionalidades que consideren los trámites de las obras de libre alumbramiento de aguas nacionales, para la Dirección Local Chihuahua.



Administración de los expedientes entregados por la Conagua.



Revisión y registro de expedientes.

- *Fortalecimiento de la capacidad institucional para la atención de solicitudes de trámite hasta su inscripción en el Registro Público de Derechos de Agua, calificación de actas de visita, inicio de procedimientos administrativos y emisión de resoluciones administrativas*
DP1426.3, DP1427.3, DP1428.3

La demanda de trámites de competencia de administración del agua en los organismos de cuenca (OC) y direcciones locales (DL) de la Conagua, ha rebasado la capacidad de respuesta institucional, ocasionando un importante rezago de más de treinta mil asuntos pendientes de resolver o titular, los cuales debieron ser atendidos en algunos casos hace más de cinco años.

Dada la problemática anterior, el presente año se celebró un convenio de colaboración entre la Conagua y el IMTA con el objeto de conjuntar acciones y recursos para abatir el rezago en la materia. El Instituto estableció metas y mecanismos para el logro de las mismas, así como una supervisión puntual de resultados en cada OC y DL. Dado que la problemática de cada OC y DL es diferente, se llevaron a cabo reuniones de trabajo entre las áreas involucradas en el proceso, para establecer acuerdos que permitan una mejor atención de los trámites.

En 2014 se obtuvieron los siguientes resultados:

- Atención de 23 793 trámites de usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, en el ámbito nacional, de OC y DL.
- Atención de 17 850 solicitudes de inscripción, mediante el análisis y determinación de la procedencia de las solicitudes de inscripción, elaboración del proyecto de inscripción para presentarlos a los directores del Registro Público de Derechos de Agua y, una vez firmado por el registrador, elaborar las respuestas a la autoridad solicitante.
- Revisión de 2 914 expedientes, de los cuales se generaron proyectos de acuerdos de apertura de alegatos, de cierre de instrucción y de ejecución, inicios de procedimientos administrativos de sanción y resoluciones a inicios de procedimiento y de visita.

Resultados principales:

La atención del rezago de trámites ofrece un beneficio social particularmente a aquellos usuarios que han solicitado a la Conagua la regularización de títulos, autorizaciones para el aprovechamiento de las aguas y permisos de descargas, entre muchos otros trámites competencia de la administración del agua. Además, se brinda certeza jurídica a los particulares sobre los procedimientos iniciados para la verificación del estricto cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales y la normatividad aplicable.



Verificación de expedientes de rezago con personal de la Dirección de Administración del Agua del Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte.



Capacitación del personal de apoyo al IMTA en oficinas de la Dirección Local Durango, de la Conagua.

- *Estudio hidrológico para el pronóstico en ríos en cuencas del Organismo de Cuenca Pacífico Sur*
TH1440.3

Se considera que actualmente no más del 40% de las principales cuencas del país cuentan con un sistema de pronóstico en algunos de sus ríos, el cual, aunque opera de forma continua, en algunas de las cuencas con mayor riesgo de inundación no cuentan con un modelo de pronóstico operativo que, basado en la precipitación registrada y a través de un modelo lluvia-escurrimiento, sea posible estimar la ocurrencia de crecientes en los ríos cercanos o que cruzan las principales ciudades.

El IMTA ha planteado llevar a cabo acciones al respecto, construyendo con un sistema de pronóstico hidrológico para el Organismo de Cuenca Pacífico Sur; es decir, contar con una herramienta que permita prever la ocurrencia de crecientes, para el adecuado y oportuno pronóstico de los gastos y los niveles en los ríos, incluyendo el pronóstico con tres intervalos a futuro (24, 48 y 72 horas).

Se realizó un estudio hidrológico que sienta las bases para la implementación de sistemas de pronóstico en ríos, constituido con base en diversas metodologías para obtener hidrogramas unitarios, transformar lluvia en escurrimiento, transitar avenidas y obtener intervalos de confianza de los resultados (pronósticos).

Lo anterior tiene como finalidad contar con una herramienta que permita prever la ocurrencia de crecientes que ocasionen afectaciones a los centros de población, zonas productivas o industriales de diez sitios del Organismo de Cuenca Pacífico Sur.

Resultados principales:

Desde el punto de vista social, posibilita la toma de decisiones rápidas ante señales claras y oportunas que se tengan, de eventuales inundaciones que vayan a presentarse en alguna parte del Organismo; además; difundir avisos y tomar medidas oportunamente contribuye a minimizar las pérdidas humanas y atenuar los daños materiales.

- *Verificación de los pronósticos de precipitación máxima de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional*
TH1429.3

En el transcurso de los años, se han obtenido múltiples medidas de verificación para pronósticos meteorológicos y climáticos. Algunos son específicos para un tipo de previsiones (por ejemplo, probabilísticos), mientras que otros pueden aplicarse a varios elementos de previsión.

Alrededor del mundo, varios sistemas se utilizan para simular la evolución de las principales variables que caracterizan el tiempo atmosférico, a partir de grandes volúmenes de datos globales observados. Algunos de estos sistemas son: GFS (*Global Forecast System*), ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather*) y el WRF (*Weather and Research Forecast Model*).

Por otra parte, el desempeño de todo modelo de pronóstico es susceptible de ser evaluado o calificado a partir de datos observados, una vez que han transcurrido los días de la predicción. En México se cuenta con diversas redes de observación, entre las que se encuentran la red de estaciones climatológicas tradicionales, estaciones meteorológicas automáticas y estaciones sinópticas meteorológicas, todas ellas operadas por el SMN. Estos datos se pueden tomar como referencia para evaluar el desempeño de cada uno de los modelos citados anteriormente.

Como resultados, se entregó un sistema de verificación de pronósticos de lluvia máxima en función de las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial, dicho sistema se encuentra en equipo del personal del SMN; se capacitó personal operativo de la Subgerencia de Monitoreo Atmosférico Ambiental en el manejo del sistema verificación de pronósticos, así como en el conocimiento teórico del mismo, y se documentaron las metodologías, técnicas y desarrollos informáticos derivados del proyecto, en formato impreso y digital.

Resultados principales:

El principal impacto es que, con este proyecto, la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional puede contar con un estudio de referencia para atender las fallas que pudieran tener sus pronósticos.

- *Desarrollo de herramientas para la incorporación de observaciones meteorológicas nacionales al esquema de asimilación de datos del sistema de pronóstico operativo de la CGSMN, con el modelo WRF*

TH1430.3

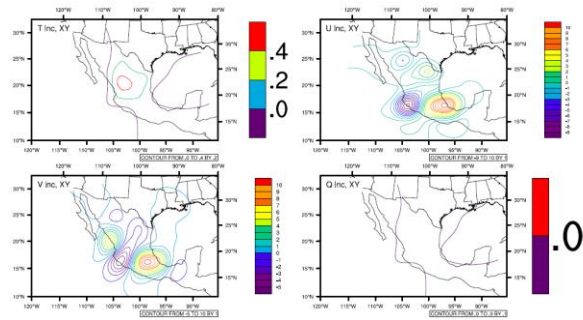
Con el paso de los años, los modelos numéricos de la atmósfera han mejorado convirtiéndose en una de las herramientas más utilizadas para la realización de pronóstico meteorológico a corto plazo. Con mejores pronósticos meteorológicos se reduce el impacto negativo de los fenómenos meteorológicos que han afectado a nuestro país. En septiembre de 2013, la tormenta tropical *Ingrid* y el huracán *Manuel* dejaron a 171 municipios del país en situación de desastre natural y a decenas en condiciones de emergencia, lo cual resaltó la importancia de conocer con anticipación la magnitud de este tipo de eventos.

Desde 2013, el módulo com-GSI funciona operativamente en el Sistema Meteorológico Nacional (SMN), en la corrida operativa del modelo WRF (*Weather and Research Forecast Model*) en modo determinístico. Ha demostrado mejoras sustanciales en el pronóstico de precipitación, donde regularmente los modelos numéricos tienen mayor incertidumbre. Sin embargo, este módulo de asimilación de datos se ha utilizado sin conocer el detalle de su funcionamiento, por lo que es necesario tener dicho conocimiento. Por otra parte, las corridas operativas del módulo com-GSI, hasta el momento, sólo consideran las observaciones publicadas en el servicio FTP del Sistema de Asimilación de Datos Globales (GDAS), por lo que en este proyecto se propone incorporar la información de las redes de superficie del SMN.

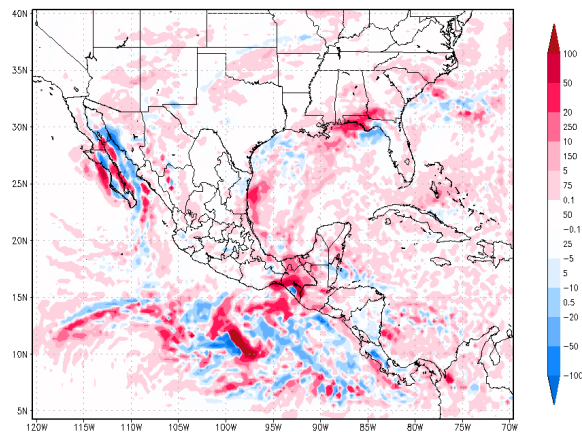
Se hizo un esquema de asimilación de datos con el módulo com-GSI versión 3.2, que incorpora observaciones de la red nacional de superficie (EMAS y ESIMES) y de altura (radiosondeos) en la preparación de condiciones iniciales del modelo WRF; se redujo el error en el pronóstico de precipitación con el modelo WRF, mediante la incorporación de observaciones en superficie y altura de la red nacional en el proceso de asimilación de datos con el módulo com-GSI, con el cual se mejora el campo de fondo con el que se inicializa el modelo WRF; se capacitó al personal operativo de la Subgerencia de Monitoreo Atmosférico Ambiental de la CGSMN, en el manejo del sistema de asimilación de datos, así como en el conocimiento teórico del mismo, y se documentaron las metodologías, técnicas y desarrollos informáticos derivados del proyecto, en formato impreso y digital.

Resultados principales:

El pronóstico meteorológico con el modelo WRF proporciona información valiosa y oportuna para quienes toman decisiones, ya que permite la alerta ante la amenaza de un fenómeno meteorológico extremo, como pueden ser un frente frío o ciclones tropicales. Dichos eventos tienen un alto impacto en todos los sectores de la sociedad, tales como salud, comercio y turismo.



Incremento en las condiciones iniciales, al incorporar observaciones nacionales.



Ejemplo de anomalía de la lluvia acumulada en 24 horas al incorporar asimilación de datos.

- *Desarrollo del nuevo portal web de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional*
CP1432.3

Una de las principales funciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es difundir boletines y avisos de las condiciones del tiempo al Sistema Nacional de Protección Civil, a las diferentes autoridades de los tres órdenes de gobierno, medios de comunicación y al público en general. El portal de internet del SMN ha tenido en los últimos años un crecimiento en su consulta pasando del año 2008 con una consulta estimada de 7 200 000 de usuarios a 19 500 000 en el año 2013, lo que implica tener una herramienta que permita ofrecer el servicio acorde a las necesidades actuales tanto en su plataforma, administración, seguridad, consultas masivas y por medios de diferentes dispositivos móviles e infraestructura.

Se ha desarrollado el portal e instalado en un servidor del SMN para su etapa de pruebas con la nueva infraestructura de cómputo instalada en sus oficinas. También, se hicieron los desarrollos tecnológicos para las estaciones meteorológicas automáticas, para el monitoreo y control de las publicaciones de los diferentes productos del SMN y para las estaciones de radiosondeo.

Resultados principales:

Por un lado, el nuevo diseño del portal permitirá estar al día y al nivel de los mejores portales de su área en el mundo y, por otro, se han agilizado y fiscalizado de una manera más eficiente los procesos de publicación.

TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

- *Estimación de impactos de viento superficial, humedad relativa, humedad específica y presión superficial en un periodo histórico y bajo escenarios de cambio climático en dos periodos futuros*
TH1413.3

Debido a la variabilidad y el cambio climático se requiere contar con información científica en el ámbito regional para identificar, diseñar y llevar a cabo acciones de mitigación y adaptación ante los posibles impactos negativos y los relacionados con fenómenos hidrometeorológicos extremos. Una de las herramientas fundamentales son los escenarios de cambio climático regionalizados, que permitan tener una proyección de las condiciones potenciales del clima futuro bajo ciertos escenarios de emisiones de gases de efecto de invernadero.

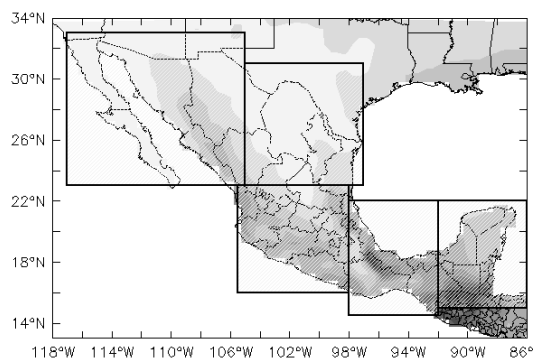
Durante 2012 y 2013 el IMTA, CICESE y CCA-UNAM actualizaron los escenarios de cambio climático, basados en la información de los modelos de circulación general utilizados en el experimento CMIP5, sentando así las bases para realizar la regionalización estadística con el método REA, ensamblando simulaciones de 15 modelos numéricos globales estimando el grado de fiabilidad de cada modelo. Sin embargo, para la operación de la infraestructura de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se requería incorporar las variables superficiales: humedad relativa y específica, presión a nivel del mar y viento, por ello.

Durante 2014 se incluyeron estas variables evaluando su desempeño para cinco regiones en México, evaluando el desempeño de 16 MCG del experimento CMIP5, utilizando la base de datos observados denominada NARR (*North American Regional Reanalysis*) con resolución de 32 km para el periodo de 1979 a 2010 para cinco regiones del país.

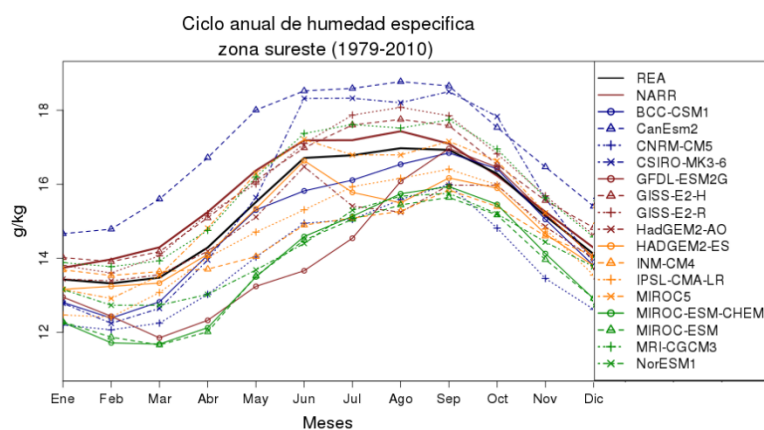
Dado que no se identificó un modelo que individualmente reprodujera los patrones espaciales y temporales, se generó un ensamble ponderado con el método REA, utilizando 16 MCG del experimento CMIP5 en las variables superficiales descritas, obteniendo índices climáticos extremos de temperatura y precipitación para el periodo histórico y dos periodos futuros por punto de malla de las regiones de interés de CFE.

Resultados principales:

Es fundamental contar con información actualizada de las proyecciones del posible clima futuro para identificar, diseñar, analizar y emprender acciones encaminadas a disminuir la vulnerabilidad de la población e infraestructura estratégica, así como buscar la adaptación al clima actual y su cambio.



Regiones utilizadas para el análisis de métricas, índices climáticos y proyecciones de cambio climático.



Ciclo anual de humedad específica de la región sureste (1979-2010).

- *Estudios hidrológicos y de calidad del agua en el río Omitlán, Guerrero*
TC1430.3

Estudios hidrológicos

La Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos (CPH) ha identificado a la subcuenca del río Omitlán, ubicada en Guerrero, como una alternativa para contribuir a satisfacer la demanda de energía eléctrica del país. Dada la importancia que pudiera tener para el país un proyecto de estas características, la CPH programó el desarrollo de los estudios que permitan integrar la Evaluación de Impacto Ambiental, considerando los requerimientos de la legislación ambiental.

Para ello fue considerado y convocado el IMTA, al cual se le encomendó realizar una serie de estudios específicos con relación al agua subterránea, que permitan integrar la Evaluación de Impacto Ambiental.

Para cumplir con los objetivos del estudio se llevaron a cabo actividades de gabinete, campo y laboratorio. Los trabajos de gabinete incluyeron una revisión y análisis de estudios previos; los trabajos de campo abarcaron geología, geomorfología, un censo de aprovechamientos subterráneos y toma de muestras de agua de dichos aprovechamientos. En laboratorio se realizó la caracterización geoquímica e isotópica de las muestras de agua subterránea.

Resultados principales:

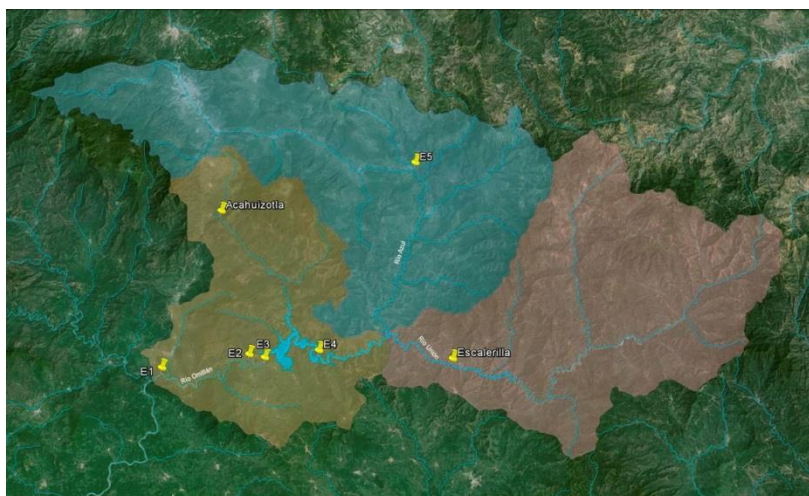
El estudio permitió integrar la Evaluación de Impacto Ambiental requerida para llevar a cabo el Proyecto Hidroeléctrico Omitlán.

**Estudios de calidad del agua**

En cuanto a hidrología subterránea, la geología del Sistema Ambiental Regional (SAR) se conforma por rocas del complejo Xolapa, la formación Chapolapa, Mexcala, Morelos, rocas ígneas intrusivas, el grupo Balsas y depósitos aluviales. El agua del acuífero principal, emplazado en las calizas de la formación Morelos, no es apta para consumo humano dado que sobrepasa los límites máximos permisibles de sulfato, la recarga del acuífero es local y de reciente infiltración. El caudal base en la época de secas es de aproximadamente 20 m³/s; en los mismos meses el caudal ecológico es aproximadamente de 11 m³/s y el caudal medio anual es de 84 m³/s. La calidad del agua, en cuanto a los indicadores de la Conagua, es de aceptable a buena calidad. Se colectaron especies de peces, langostinos, macroinvertebrados y algas, las cuales no están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resultados principales:

En el aspecto social y económico, la pesca en la región es de autoconsumo con posibilidades de incrementarse en la región al cambiar el sistema a un ambiente léntico y con aprovechamiento de usos múltiples, además de la generación de energía, lo que apoyará el desarrollo de las comunidades locales.



Sitios de muestreo ubicados en el Sistema Ambiental Regional (SAR).



Ictalurus balsanus.

- *Tratamiento químico integral para incrementar la concentración de la sílice en el agua y, en consecuencia, aumentar los ciclos de concentración en el agua de circulación de la torre de enfriamiento de la Unidad 3, Central Termoeléctrica Salamanca*
TC1446.3

El potencial de incrustación de la sílice disuelta en agua es un factor que puede limitar el aprovechamiento de una fuente como repuesto para torres de enfriamiento. En los estados de México, Hidalgo, Querétaro, Aguascalientes, San Luis Potosí, Morelos y Guanajuato muchas fuentes subterráneas contienen sílice disuelto en concentraciones que dificultan su aprovechamiento para circuitos de enfriamiento. En la Central Termoeléctrica Salamanca, Guanajuato, las torres de enfriamiento se operan entre 2 y 2.5 ciclos de concentración, lo que implica un consumo muy importante de agua. Esto puede ser problemático, ya que estas entidades federativas se encuentran en zonas de baja disponibilidad de agua.

Con el fin de abatir el consumo de agua en los circuitos de enfriamiento, la CFE decidió llevar a cabo una prueba de tratamiento químico integral para el control de sílice en la Central Termoeléctrica de Salamanca.

Se realizaron cuatro visitas de verificación en que se tomaron muestras del agua de repuesto, agua de retorno y del agua de recirculación. En los muestreos de 24 horas se obtuvieron muestras puntuales para la determinación de: bacterias mesofílicas aeróbicas, coliformes totales y fecales, bacterias sulfato reductoras, hongos, levaduras y algas microscópicos, parámetros de campo (pH, conductividad eléctrica, temperatura). Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron dureza de calcio, dureza total, sulfatos, fosfatos, sílice, sólidos totales y sólidos suspendidos.

Al analizar los resultados se constató que los ciclos de concentración aumentaron hasta alcanzar 3.5, e incluso hubo un periodo en que se alcanzaron 4.1 ciclos de concentración, aunque no en forma sostenida. En función del objetivo primario del ahorro de agua, se concluye que la evaluación del tratamiento químico integral es positiva, pudiéndose establecer que aunque ocurriera el ensuciamiento observado al inicio de la evaluación, el costo beneficio que se obtiene con la aplicación del tratamiento de alta sílice indica un considerable atractivo en términos económicos.

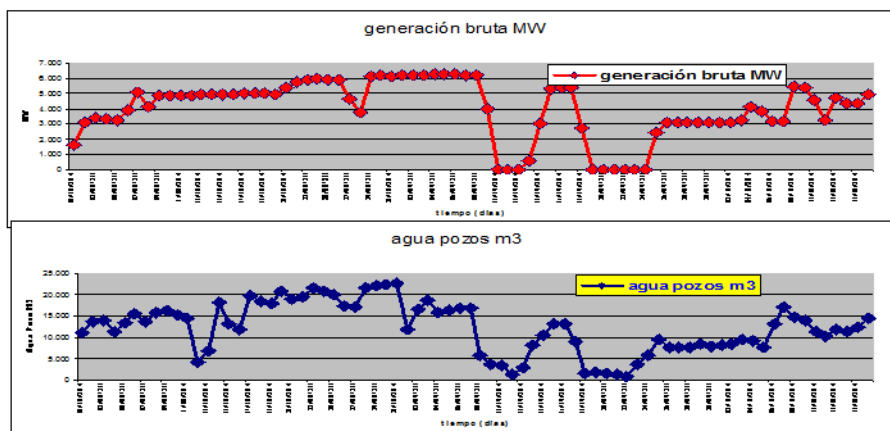
Resultados principales:

Con este proyecto se contribuye a alcanzar la sustentabilidad hídrica de la zona, debido a que posibilita el ahorro de agua que, a su vez, se integra a la solución de la problemática de la disponibilidad de agua para el desarrollo del estado.

Igualmente, se contribuye a la generación de soluciones tecnológicas para el ahorro de agua, así como al desarrollo y aplicación de tecnología novedosa en sistemas de tratamiento químico integral para generación de energía eléctrica en plantas termoeléctricas.



Reconocimiento de la torre de prueba de la Central Termoeléctrica de Salamanca.



Generación, en relación a consumo de agua, en la Central Termoeléctrica de Salamanca.

- *Tratamiento químico integral basado en iones de plata en la torre de enfriamiento de la Unidad 2, Central Termoeléctrica Valle de México*

TC1444.3

En los sistemas de enfriamiento de las centrales termoeléctricas de la CFE se pueden presentar distintas complicaciones para la operación adecuada del sistema, en general. Estas complicaciones pueden ser originadas por las características del agua usada en los circuitos de enfriamiento. El uso de agua residual tratada en estos sistemas puede ocasionar problemas, especialmente si el control microbiológico no es adecuado, ya que la temperatura, la presencia de micronutrientes y de materia orgánica biodegradable remanente favorecen la propagación de microorganismos tales como protozoarios, bacterias, hongos y algas. El cloro es una sustancia normalmente utilizada para el control del crecimiento microbiológico, y

aunque se ha probado su eficacia, presenta ciertos inconvenientes como el efecto de corrosión que puede llegar a comprometer la integridad de los equipos.

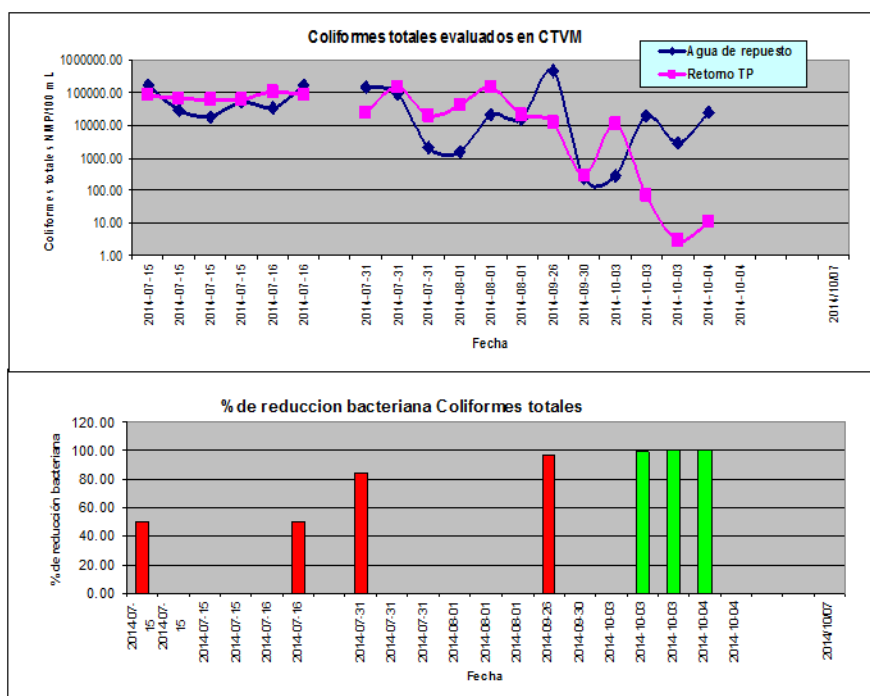
Debido a ello, lo importante en los programas de desinfección en los sistemas de enfriamiento es mantener el sistema limpio, evitar la colonización de los materiales o formación de biopelícula y minimizar la corrosión. Por tal motivo, el IMTA colaboró con la CFE para evaluar un tratamiento químico integral basado en iones de plata en la torre de enfriamiento de la Unidad 2, de la Central Termoeléctrica Valle de México.

En términos de evaluación microbiológica, la prueba con el activo plata no cumplió con el objetivo de garantizar, durante la totalidad del periodo de dosificación, un valor dentro de los aceptados con el criterio de la NOM- 244-SSA1-2008 (Equipos y sustancias germicidas para tratamiento de agua). Asimismo, los parámetros fisicoquímicos tanto en el agua de la torre de referencia como de la torre de prueba determinados en campo y laboratorio, tuvieron comportamiento similar, demostrando mejoría en la calidad del agua solo en la medida que el activo plata se encontraba en concentraciones adecuadas para la reducción del contenido bacteriológico.

Para que el tratamiento sea efectivo se debe aplicar el desinfectante en continuo, controlando un residual del activo plata suficiente para impedir el recrecimiento microbiano durante los ciclos de recirculación y que, al mismo tiempo, permita un control eficiente de corrosión derivada de las características del agua de enfriamiento.

Resultados principales:

El proyecto contribuye al impacto social y económico que representa el uso seguro, en términos bacteriológicos, de agua de enfriamiento, así como a la búsqueda de soluciones tecnológicas para el reúso y ahorro de agua.





Panel donde fueron instalados los testigos de corrosión, en la torre de prueba de la Central Termoeléctrica del Valle de México.

- *Evaluación de la efectividad de un programa de tratamiento químico integral para incrementar los ciclos de concentración en la torre de enfriamiento U-2 de la Central Termoeléctrica Carbón II, Coahuila*
TC1445.3

La Central Termoeléctrica Carbón II, ubicada en Nava, Coahuila, tiene una capacidad de generación de 1 400 MWHB, con cuatro Unidades de 350 MWHB cada una, por lo que es en la actualidad la mayor central termoeléctrica a base de carbón de América Latina. El material combustible utilizado es carbón mineral sub-bituminoso. El sistema de enfriamiento emplea, para su funcionamiento, agua superficial del río Bravo, agua recuperada de la CFE Río Escondido y agua de pozos.

El agua utilizada en el proceso es enfriada en torres de enfriamiento del tipo fílmico a contraflujo, donde el agua transita a través de múltiples láminas perpendiculares para disipar el calor. Este mecanismo presenta algunas complicaciones, como la aparición de áreas de taponamiento, debido, por un lado, a la formación del llamado “biofilm”, proliferación de material biológico compuesto por algas, bacterias y hongos y, por otro lado, la calidad del agua de repuesto que se conforma de 25% de agua de río Bravo y 75% del agua del estanque de la CT Río Escondido es agua salobre de alta dureza, sulfatada y muy corrosiva por las altas concentraciones de cloruros y sulfatos.

Además, las torres de enfriamiento se ven periódicamente afectadas por condiciones ambientales como: temporales de tolvaneras, cambios de dirección del viento que erosiona las pilas de ceniza y carbón que afectan la calidad del agua de circulación, y finalmente, el suministro de agua de repuesto con altos sólidos suspendidos y materia orgánica. Estas condiciones pueden provocar afectaciones en la eficiencia terminal de generación de energía e incremento en el gasto de producción.

Para resolver esta problemática, la empresa NALCO sugirió implementar en Carbón II la tecnología 3D TRASAR, mediante la cual se busca alcanzar ahorros sustanciales en el consumo de agua, ya que afirma se pueden alcanzar 6.0 ciclos de concentración del agua de enfriamiento en comparación con los 4.8 con los que actualmente opera esta central. Dicho tratamiento químico integral fue evaluado por especialistas de Instituto.

Con base en las mediciones de la concentración de calcio en el agua, se determinó que se alcanzaron en promedio hasta 6.1 ciclos de concentración. Con ello, el consumo específico de agua de repuesto es 2.14 M³/MWHb; esto significa que el tratamiento químico integral permitió un ahorro de agua de 5.7 por ciento.

De acuerdo a los resultados, se concluye que el tratamiento propuesto es funcional, cumpliendo con los objetivos planteados de acuerdo con criterios de aceptación de la Comisión Federal de Electricidad.

Resultados principales:

El proyecto contribuye al impacto social y económico que representa el uso seguro, en términos bacteriológicos, de agua de enfriamiento, así como a la búsqueda de soluciones tecnológicas para el reúso y ahorro de agua.

- *Dictamen de factibilidad ambiental del proyecto hidroeléctrico Las Cruces, Nayarit*
TC1455.3

Conforme a la fracción II del artículo 34 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (Última Reforma DOF 11-08-2014) para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión, se establece que las dependencias y entidades deben observar el procedimiento, sujetándose a lo señalado en el Reglamento, presentando a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la evaluación costo beneficio de los programas y proyectos de inversión a su cargo, misma que deberá estar dictaminada por un experto independiente,

El IMTA, como Centro Público de Investigación, ha acreditado probada experiencia en la elaboración o revisión de proyectos de obra pública, integró el Dictamen de Factibilidad Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Las Cruces ubicado, en el estado de Nayarit.

Después de revisar el contenido de los documentos técnico-normativos del proyecto, como son sus manifestaciones y resolutivos favorables de Impacto Ambiental y Estudios Técnicos Justificativos, y el alcance de su gestión y cumplimiento con la normatividad ambiental de distintas instancias de gobierno; además del cumplimiento con los ordenamientos ecológicos, de planeación y de uso del suelo, así como la consideración por parte de la CFE como promotora de equipos, sistemas y procedimientos para evitar, mitigar y/o compensar los impactos ambientales, a fin de cumplir con los requerimientos de las leyes aplicables en aspectos ambientales dentro de un Plan de Manejo Ambiental con distintos programas específicos e indicadores de seguimiento y cumplimiento, el IMTA determinó la factibilidad ambiental del proyecto.

Resultados principales:

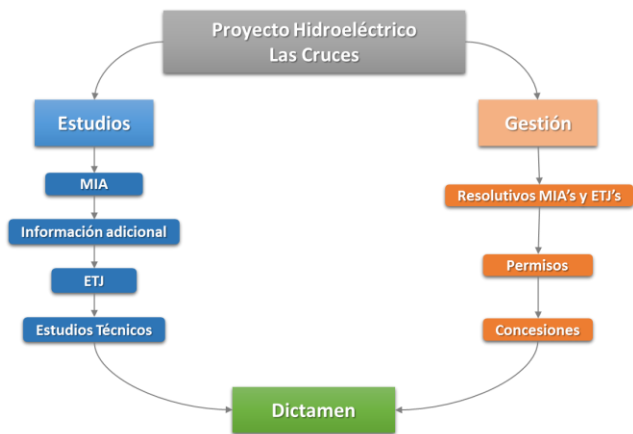
El proyecto ha obtenido los resolutivos favorables de la Manifestación de Impacto Ambiental y de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional del proyecto hidroeléctrico Las Cruces para las superficies que ocuparán las obras y actividades permanentes, temporales y de amortiguamiento, incluyendo las observaciones del procedimiento de consulta pública con instituciones públicas, académicas y población involucrada. Ambos resolutivos señalan los términos y condicionantes a que debe ajustarse la CFE y que se reflejarán en los términos y bases para la contratación de las obras mediante el Plan de Manejo.

La CFE, por su experiencia en otros proyectos de este tipo y contando con personal capacitado y estructuras organizacionales probadas de gestión, ha ido

incorporando cada vez mayor cantidad de estudios científicos y tecnologías de monitoreo y protección ambiental.



Proyecto en el río San Pedro, Nayarit.



Elementos para la emisión del dictamen.

Ejemplos de aspectos ambientales y buenas prácticas	
Aspecto ambiental	Buenas prácticas
Técnicas, tipos y volúmenes para la realización de desmonte, despalde y remoción de material.	Manual y semitecnificada dependiendo de la vulnerabilidad del terreno y las especies.
Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna que deberá instrumentarse previamente a las actividades de despalde, desmonte y/o remoción.	Por apertura de superficies, evitando quema o incendios y prohibiendo la caza, captura, comercialización o sacrificio de fauna.
Programa de protección para especies consideradas en	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

categorías de protección, según NOM 059.	Protección de zonas de anidación. Identificación de zonas de mayor densidad de especies protegidas. Estudios de poblaciones y hábitos de especies si se requiere.
Medidas de protección y conservación de suelos.	Control de la erosión, terraceo, sitios provisionales de depósito, retiro de materiales.
Prácticas de revegetación.	Promoviendo la sucesión mediante el manejo de semillas, plántulas y sustratos.
Estabilización de cárcavas.	Cabeceo, presas de morillos y gaviones.
Manejo y disposición de residuos.	Programa de manejo integral. Clasificación de los residuos de manejo especial, reutilización y retiro periódico.

TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON ENTIDADES Y MUNICIPIOS

Chiapas

- *Estudio y diagnóstico de 158 plantas de tratamiento de aguas residuales en el estado de Chiapas*
TC1429.3

Con el objetivo de mejorar la cobertura de tratamiento de aguas residuales en cantidad y calidad en Chiapas, la Secretaría de Infraestructura (Sinfra) de ese estado y el Organismo de Cuenca Frontera Sur de la Conagua, con sede en Tuxtla Gutiérrez, han planteado una serie de trabajos conducentes a mejorar estos sistemas de tratamiento mediante dictámenes técnicos de 158 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que incluyan la viabilidad de rehabilitación o inhabilitación de éstas por su ubicación, croquis de las instalaciones, diagrama de flujo de los procesos, evaluación diagnóstica y definición de estructuras complementarias.

Se realizaron visitas a las instalaciones para llevar a cabo los diagnósticos y dictámenes de las plantas. El panorama general es el siguiente: aproximadamente el 80% están fuera de operación, las causas principales son falta de liquidez para operar los sistemas, carencia de personal capacitado y poca o nula aceptación por parte de la población usuaria. Otras causas son que el alcantarillado sanitario, si existe, no llega a la planta y obras inconclusas.

En las instalaciones en que es viable llevar a cabo la rehabilitación o reactivación, se señalan las actividades requeridas. De forma general, se puede decir que en todas las plantas con caudales menores a 10 L/s el pretratamiento fue mal diseñado ya que sólo cuentan con un par de rejillas de apertura fina, lo que provoca gran acumulación de desechos sólidos en un único punto, y los desarenadores no tienen una cámara o depósito para contener la arena.

Asimismo, se visitaron ocho plantas que cuentan con variantes del proceso de lodos activados prefabricado, que si bien el proceso tendría la posibilidad de funcionar, el consumo energético y la falta de personal calificado han causado que los sistemas estén en desuso. Como la mayoría de estas instalaciones se encuentran dentro al interior de la localidad, provocan molestias a los vecinos por malos olores.

Resultados principales:

Es indispensable efectuar una labor social para lograr la aceptación de la planta por parte de la comunidad. En aquellos casos en que las plantas son susceptibles

de ser rehabilitadas con una inversión menor, se requiere contratar personal capacitado para operar y mantener el sistema, además de tener una partida presupuestal para cubrir los gastos asociados con el funcionamiento de la planta.



Desarenador.



Sistema de lodos activados prefabricados.

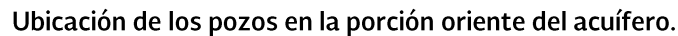
Coahuila

- *Red de monitoreo automática de niveles piezométricos del acuífero de Cuatrociénegas*
TH1405.1

Como resultado del estudio hidrogeológico de los acuíferos Cuatrociénegas-El Hundido, realizado por el IMTA en 2004, se recomendó instrumentar el acuífero para determinar con mayor precisión las variables involucradas en el cálculo del balance hidrológico y la disponibilidad del agua subterránea. En 2007, el Instituto efectuó la instrumentación de la porción poniente del acuífero y, con la finalidad de tener instrumentada toda la cuenca, se propuso en 2014 llevar a cabo la instrumentación en la porción oriente.

Resultados principales:

Durango



- *Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de aguas de laboreo de la mina La Platosa, para el abastecimiento de agua potable a los municipios de Tlahualilo, Mapimí y Gómez Palacio, Durango*
TH1454.3

El IMTA realizó pruebas piloto para potabilizar el agua de laboreo de la mina La Platosa, que se propone pueda abastecer a las localidades de Tlahualilo y Mapimí, Durango, y con esta acción dejar de extraer agua subterránea, cuya calidad no cumple con la Modificación del año 2000 a la NOM-127-SSA1-1994 (NOM-127). Actualmente el agua se utiliza para riego agrícola.

Se realizó una caracterización del agua, se midió el caudal ($0.9 \text{ m}^3/\text{segundo}$), se analizaron las alternativas de tratamiento y se efectuaron las pruebas piloto con el tren de tratamiento seleccionado.

La calidad del agua de la mina La Platosa presentó valores de turbiedad (180 NTU), arsénico (0.45 mg/L), dureza total ($2\,900 \text{ mg/L}$ como carbonato de calcio (CaCO_3), sulfatos ($2\,500 \text{ mg/L}$), fluoruros (3 mg/L), plomo (0.45 mg/L) y sólidos disueltos totales ($2\,000 \text{ mg/L}$) que no cumplen con la NOM-127.

El tren de tratamiento seleccionado consistió en un proceso de clarificación convencional, utilizando como coagulante cloruro férrico (FeCl_3), acoplado a un sistema de membranas de nanofiltración (65% de recuperación). El agua tratada de las pruebas piloto cumplió con los límites permisibles que establece la NOM-127.

Resultados principales:

Con el tren de tratamiento propuesto es posible potabilizar el agua de laboreo de la mina La Platosa, para el abastecimiento de las localidades de Tlahualilo y Mapimí, y así dejar de extraer un volumen equivalente del acuífero, contribuyendo a la recuperación del mismo.



Pruebas piloto en sitio.



Muestreo y caracterización del agua de laboreo.

Guerrero

- *Impacto en la red de drenaje natural del proyecto ejecutivo del camino escénica alterna Acapulco*
TH1423.3

La Comisión de Infraestructura Carretera y Aeroportuaria del Estado de Guerrero solicitó al IMTA el desarrollo de este proyecto, a raíz de los eventos hidrometeorológicos sucedidos en septiembre de 2013 que ocasionaron daños en la zona Diamante de Acapulco.

Se ha construido un modelo bidimensional para la simulación hidráulica de la cuenca baja del río La Sabana, con objeto de representar la inundación y plantear escenarios ante la construcción de la carretera escénica alterna.

Hasta ahora, se tiene un modelo calibrado y se han simulado escenarios que permitirán emitir recomendaciones para disminuir el impacto en los escurrimientos que ocasionan daños en la zona en estudio.

Resultados principales:

El modelo de simulación aporta información a los tomadores de decisiones sobre los impactos social, ambiental y económico en la zona de interés, ante la construcción de la mencionada carretera.





Jalisco

- *Actualización del estudio geohidrológico del acuífero Tomatlán (1424)*
TH1447.3

La Comisión Estatal del Agua de Jalisco solicitó al IMTA un estudio para actualizar el balance y la disponibilidad del agua subterránea del acuífero Tomatlán (1424), con la finalidad de incluir en el análisis un área no caracterizada del acuífero y, en su caso, modificar el mencionado balance y disponibilidad del agua subterránea.

Hasta la fecha, se hace una revisión de los estudios previos de la zona y una definición de las unidades hidroestratigráficas de la región. Se continuará este proyecto con el censo de aprovechamientos, exploración geofísica y pruebas de bombeo. Finalmente, se hará una integración hidrogeológica para determinar el balance de aguas subterráneas y se procederá a hacer el cálculo de la disponibilidad.

Se definieron las unidades hidroestratigráficas en la región, determinándose un medio fracturado y un medio granular. En el medio fracturado se presentan aprovechamientos de poco caudal, mientras que en la unidad de medio granular se encuentran los pozos con mejores gastos.

En lo que respecta al censo de pozos, se encontró que no existe correspondencia en coordenadas en la lista publicada por la OINAGUA y el censo realizado en el año 2010. En este estudio, se procederá a verificar en campo la localización y datos técnicos de cada aprovechamiento.

Resultados principales:

El principal impacto social es la prevención de la sobreexplotación del agua subterránea en la región, que puede ocasionar la intrusión de agua marina.

En cuanto a los aspectos económicos, la actualización servirá como una herramienta de gestión ante los nuevos desarrollos turísticos que se planean desarrollar en la zona.

- *Control de cargas de nutrientes en el área de influencia del proyecto de la presa y sistema de bombeo Purgatorio-Arcediano*

TH1330.3

Con el objetivo de abastecer de agua a la Zona Conurbada de Guadalajara (ZCG) en el corto plazo, la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Estatal del Agua de Jalisco contempla el aprovechamiento del río Verde, afluente del río Santiago, a través de la presa y sistema de bombeo Purgatorio, que se alimentaría en parte por los excedentes de las presas El Zapotillo y El Salto. Dado que la presa Purgatorio fungirá como fuente de abastecimiento de agua, es imprescindible garantizar la calidad del agua en la presa. Uno de los principales problemas de contaminación en embalses y lagos es el enriquecimiento progresivo de nutrientes o eutroficación.

Se determinaron las emisiones de nutrientes por fuentes puntuales y difusas en la cuenca hidrológica del río Verde y se estimaron las cargas de nutrientes que llegarán a la presa Purgatorio, de 3 950 t/año de nitrógeno y 368 t/año de fósforo, bajo las condiciones actuales. Se prevé una reducción de estas cargas al entrar en operación la presa El Zapotillo.

De la evaluación de factibilidad y costos de escenarios de reducción de nutrientes y sus combinaciones, así como considerando la operación de la presa El Zapotillo, se encontró que la combinación de las acciones 1 (75% de reducción de nutrientes en aguas residuales en toda la cuenca del río Verde, mediante tratamiento de aguas residuales en localidades con población > 2,500 habitantes y en agua colectada actualmente en localidades con población < 2,500 habitantes) y 3 (reducción del 24% de la emisión de nutrientes por actividad pecuaria, mediante recolección y reúso agrícola de excretas provenientes de la ganadería en la parte de la cuenca del río Verde que corresponde a Jalisco), resulta ser la más favorable económicamente y, al mismo tiempo, no se excedería la carga máxima permisible para fósforo en la presa Purgatorio.

De las diferentes técnicas para control de la carga interna de fósforo en la presa Purgatorio, se encontró que la técnica de adsorción de fósforo en la columna de agua e inmovilización en sedimento con el adsorbente Phoslock, es la más adecuada para su control, una vez que se haya controlado la carga externa.

Resultados principales:

Con los resultados obtenidos, desde el punto de vista de la cuenca, se aporta información a los tomadores de decisiones del impacto social, ambiental y económico en la zona de interés, ante la construcción de la presa Purgatorio.

Michoacán

- *Estudio de sectorización de la red de distribución de agua potable de Morelia*

HC1356.3

El Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Morelia (OOAPAS) cuenta con 225 303 usuarios a quienes abastece de agua potable. Debido a la disponibilidad del recurso y a la falta de infraestructura, el 31.4% de estos usuarios recibe agua 1.4 días a la semana y solo el 38.4% cuenta con servicio continuo. Ciertos sectores de la ciudad únicamente tienen una dotación de 75 L/h/d y, en el mejor de los casos, como es la zona centro de la ciudad, recibe una dotación de agua de hasta 241 L/h/d.

El OOAPAS inició trabajos de sectorización de la red y construye el acuífero, pero es necesaria la planificación de estas estructuras, apoyada en un modelo de simulación y en un diagnóstico de la red de distribución. Por lo anterior, el OOAPAS solicitó al IMTA este proyecto.

Actualmente, se trabaja de manera paralela en la elaboración del diagnóstico de la red de agua potable y en la construcción y ajuste del modelo de simulación. En cuanto al diagnóstico, se identificaron las zonas de la ciudad que carecen de infraestructura hidráulica, ya que de los 1 702 km de red de distribución solo 5.6% de la red tiene un diámetro igual o mayor a 10 pulgadas. Las zonas de tandeo con un servicio de agua menor de 4.2 días a la semana representa el 52.2% de los usuarios. El 30.5% de los cerca de 140 000 medidores domiciliarios han rebasado su vida útil, por lo que es necesaria su sustitución. Se han identificado 22 distritos hidrométricos con problemas de fugas en tomas domiciliarias y 61 colonias con problemas de fugas en red de distribución.

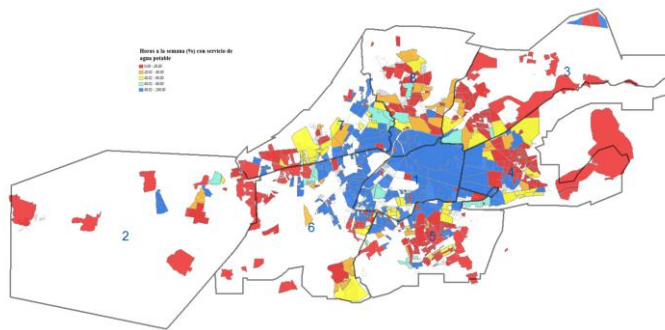
El modelo de simulación cuenta con toda la infraestructura hidráulica y se contó con mediciones de campo para su calibración. Esta herramienta permitirá dimensionar nueva infraestructura y revisar la sectorización actual de la red; asimismo, es posible actualizar el catastro de la red de forma eficaz, ya que cuenta con un SIG integrado.

Resultados principales:

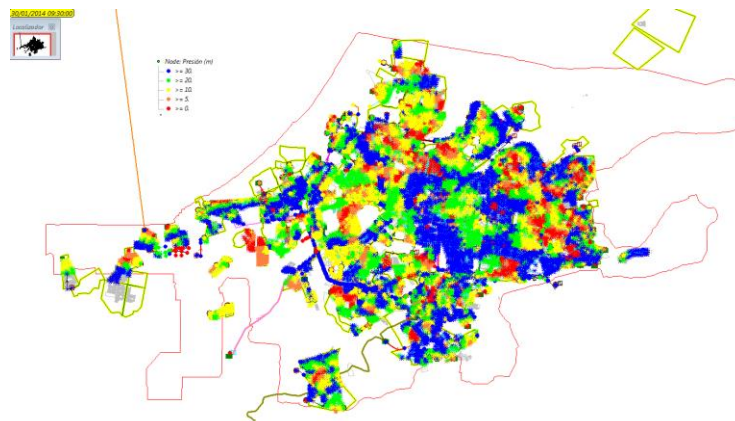
Con las propuestas de nueva infraestructura y la revisión de la sectorización actual de la red, se pretende mejorar la distribución de agua en la ciudad, logrando un mejor abasto de agua en los sectores más desfavorecidos, donde habitan 62 000 usuarios.



Manantial La Mintzita, principal fuente de abasto de agua en Morelia.



Zonas de tandeo en Morelia.



Simulación para caudal mínimo realizada con el modelo de la red de distribución de Morelia, en la plataforma Infoworks WS.

Querétaro

- *Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro (1ª etapa)*

TH1415.3

El estado de Querétaro logró obtener del gobierno de México reservas de aguas nacionales para los próximos cien años. La condición ha sido que presentara cómo iba a manejar estas aguas al 2021, al 2060 y al 2080 para dotar a sus habitantes, abastecer al sector productivo y, al mismo tiempo, cuidar la calidad del recurso y recuperar sus acuíferos sobreexplotados.

Para el desarrollo del proyecto, solicitado por la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro, se conformó un equipo de especialistas del IMTA con grados de doctorado y maestría en disciplinas relacionadas con el uso del agua en ciudades y en el ámbito rural, de calidad y tratamiento de agua, de salud ambiental, de infraestructura hidráulica, y programación y financiamiento de inversiones en el agua.

Por lo novedoso del estudio, varios han sido los resultados importantes; entre ellos:

- Se integró un primer Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro (Promianeq) con información actualizada, estudios, análisis de escenarios y jerarquizaciones.
- La población actual de Querétaro se multiplicará 2.5 veces en cien años. Esto implica construir infraestructura nueva que representa 1.5 veces la existente, además de rehabilitar y dar mantenimiento a ésta, para lograr su operación eficiente.
- En 65 años, en Querétaro se deberán construir tres acueductos que representan el doble y el triple de la capacidad del Acueducto II que requirió una inversión de \$3,200 millones de pesos, cuatro años para construirse y uno para entrar en operación.
- El primero de los nuevos acueductos se debe construir y entrar en operación en 2021 por mandato del decreto de las reservas. Esto implica que se debe iniciar de inmediato su diseño, licitación e ingeniería financiera.
- La recuperación plena de los acuíferos se logrará en un lapso de cincuenta a cien años; no es a corto plazo.
- Se requerirá una inversión de \$282,000 millones entre el 2015 y el 2115 (a precios de 2014). El 52% de esta inversión se destinará para operación y mantenimiento, no en inversión para obra nueva. Esto representa sin duda, un nuevo paradigma.
- Más del 90% del costo se aplicará en agua potable, alcantarillado y saneamiento en el estado.
- Se necesita profundizar y afinar el Promianeq con estudios y modelos a detalle que se desarrollarán en un lapso de dos años con una inversión aproximada de \$30 millones. El relevo de la administración pública estatal de Querétaro, en 2015, dificulta la gestión para contratar dichos estudios.

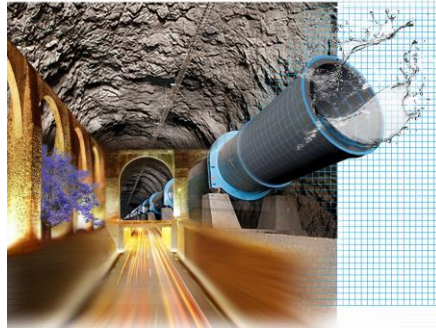
Resultados principales:

Se trata de la primera parte de un proyecto de muy largo plazo que daría seguridad, confianza, una mejor calidad de vida y desarrollo a la población de Querétaro. Las aportaciones técnicas han surgido de un proceso multidisciplinario y colegiado de diferentes instituciones con diferentes responsabilidades y un objetivo común: la cobertura universal en el estado de Querétaro a través de una gestión integral del recurso hídrico, además de la atención a los aspectos ambientales de conservación y recuperación de su entorno.

Su éxito depende de tres factores: aplicación, continuidad y precisión en los lineamientos y acciones que propone el programa. Este es un estudio sin precedente en México. La metodología y los principios empleados servirán de base para que otros estados tomen la decisión de iniciar una planificación realista y de largo plazo de sus recursos hídricos.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL
DE LAS AGUAS NACIONALES
EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

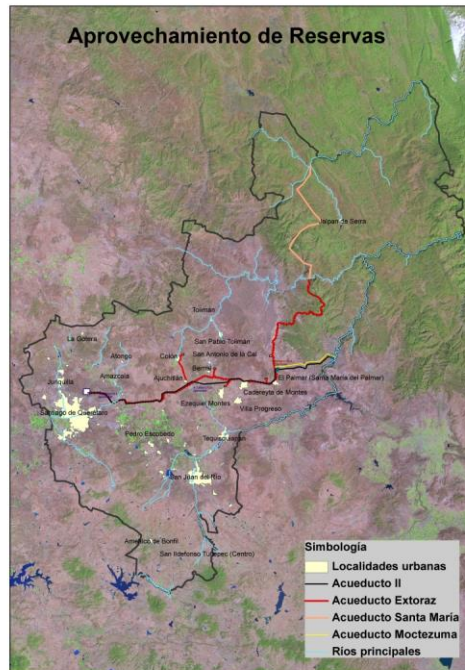
PROMIANEQ. PRIMERA ETAPA.



Portada del Promianeq.



Vista panorámica del acueducto.



Aprovechamiento de reservas.



- *Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro (1ª etapa: Componente de reúso del agua tratada para agricultura)*

RD 1417.3

El gobierno de Querétaro, a través de la Comisión Estatal de Aguas (CEAQ), inició el proceso para declarar como zona de reserva las cuencas de los ríos Moctezuma 1, Exoraz y Santa María 3, con la finalidad de garantizar volúmenes de agua dirigidos a satisfacer la demanda futura de la población. Como resultado, el 2 de julio de 2009 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el decreto de reserva de los 395 hm³ anuales solicitados, requiriéndose para ello contar con un Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales para el estado que contemplara, entre otros elementos: estrategias y acciones para el saneamiento de las

descargas de aguas residuales de las poblaciones urbanas y rurales, así como su reaprovechamiento en función del uso de los cuerpos receptores cuando no sea posible su reúso directo, y, dentro de éstas, el reúso del agua tratada para agricultura, como componente para lograr el equilibrio hidrológico de los acuíferos en el estado.

Se realizó un diagnóstico general de la calidad del agua de riego y el potencial de aprovechamiento de las aguas residuales tratadas (ART) para su reúso en riego agrícola, la caracterización de la agricultura en Querétaro y su correlación con el potencial de aprovechamiento de las ART tipo municipal, y se ha elaborado una propuesta de planeación para el aprovechamiento de las aguas residuales municipales tratadas, para su reúso en la agricultura del Distrito de Riego 023, San Juan del Río, Querétaro.

Se integró, editó e imprimió el informe de resultados que servirá como documento de consulta y apoyará la toma de decisiones de los planeadores.

Principales resultados:

Generar información actualizada para la toma de decisiones y planeación en la integración de las aguas residuales de las plantas de tratamiento municipales, en el riego agrícola del área de influencia del Distrito de Riego 023.

El documento contiene la justificación técnica para elaborar la estrategia de intercambio de aguas residuales tratadas por agua de primer uso, lo que contribuirá a aumentar el volumen disponible para el abasto humano en Querétaro. También contiene la metodología y recomendaciones para el reúso del agua residual tratada que cumple con la NOM-001-SEMARNAT-96 en cultivos forrajeros y de granos básicos principalmente, aprovechando un recurso hídrico disponible que mediante el tratamiento mejora su calidad y conserva valor nutrimental para los cultivos. Con ello hay mejores rendimientos productivos que se traducen en mayores ingresos para los productores.





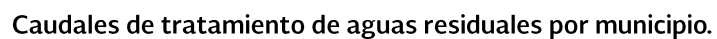
- *Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro (1ª etapa: Componente de aguas residuales)*

TC 1421.3

En este Programa, en cuanto a tratamiento de aguas residuales, se trabaja en la definición de estrategias y acciones para el saneamiento de las descargas de aguas residuales de las poblaciones y su reaprovechamiento.

Se realizó una evaluación de la capacidad de saneamiento en el estado, encontrándose que la infraestructura instalada de tratamiento de aguas residuales es de 2 475 L/s, pero solo se tratan 1 715, de los cuales 1 563 cumplen con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y 1 148 con la NOM-003-SEMARNAT-1997, pero sólo se reúsan 617 L/s. El mayor número de PTAR instaladas se encuentran en el municipio de Querétaro (37), para una capacidad de diseño de 1 523 L/s y un caudal tratado de 1 160 L/s. El mayor volumen se trata con sistemas de lodos activados (1 881 L/s), con un costo de operación de \$2.00 m³. Para lograr una cobertura de saneamiento del 100% al año 2115, se tienen que instalar 123 PTAR nuevas con una capacidad de 4 487 L/s, lo que representa una inversión de casi \$3 000 millones de pesos.

Que el estado de Querétaro tenga un programa de manejo del agua para planear su correcto uso.



- *Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro (1ª etapa: Componente de impacto ambiental)*

TC 1407.3

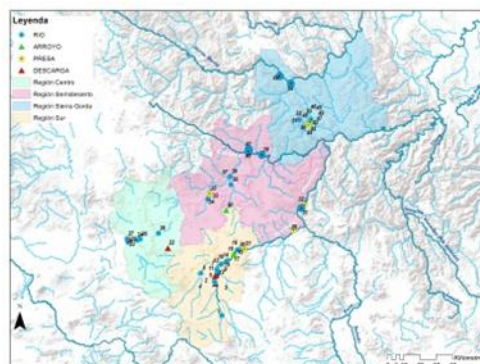
En este Programa, con respecto a impacto ambiental, el río Santa María 3 (estación hidrométrica Tansabaca) resultó sin alteraciones hidrológicas conforme a la NMX-AA-159-SCFI-2012 y con calidad del agua y ecosistemas acuático-ripario aceptables, a ser conservados bajo el Objetivo Ambiental A. Se recomendó aplicar métodos e indicadores hidrobiológicos y holísticos para los distintos plazos de aprovechamiento que consideren componentes del régimen, de ecosistemas y hábitat donde apliquen. Se señalaron estrategias de recuperación de agua en ríos sobreconcesionados como el San Juan. Todo ello integrado en un Programa de Recuperación de Agua y Caudales Ecológicos (PRACE).

En relación con la calidad del agua, se señaló al río San Juan con la mayor carga contaminante, estimada en 17 396 kg/d, que sobrepasa la capacidad de dilución y asimilación. Los parámetros críticos del Extóraz fueron: arsénico y mercurio, y del Moctezuma: demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales. Se establecieron metas de monitoreo fisicoquímico y biológicos, con más de 24 parámetros e indicadores dentro del Programa.

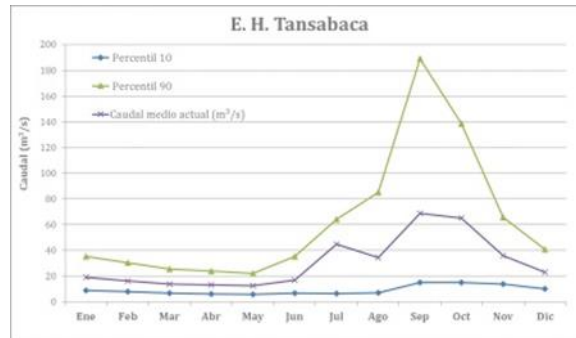
Principales resultados:

La disponibilidad de agua para el desarrollo del estado permitirá alcanzar la sustentabilidad hídrica en el corto, mediano y largo plazos, cubriendo las demandas de agua, mejorando la eficiencia de sistemas y saneamiento a fin de lograr el equilibrio de acuíferos y el financiamiento de los costos del agua.

Se podrá establecer el balance hídrico entre agua superficial-agua subterránea de las cuencas del estado y acuíferos del Valle de Querétaro, San Juan del Río, Amazcala, Huimilpan y Buenavista, con indicadores estacionales para la toma de decisiones, así como desarrollar estudios y proyectos que aseguren un plan de abastecimiento para los distintos plazos que permitan lograr el mayor aprovechamiento y la conservación ambiental, a través de las estrategias de caudal ecológicos y mejoramiento de la calidad del agua.



Clasificación de las cuencas del estado de Querétaro por Objetivo Ambiental.



Regionalización y estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua.

Tabasco

- *Riesgos sanitarios asociados con inundaciones en la infraestructura hidráulica en el municipio de Centro del estado de Tabasco*

TC1440.3

En Tabasco, la planicie de la cuenca que forman los ríos Grijalva, Usumacinta y sus afluentes tiene una pendiente muy pequeña. Año con año, sufre de inundaciones que hacen indispensable contar con infraestructura para el eficiente desalojo de agua, lo que brinda mayor seguridad a la población y previene la emergencia de enfermedades infecciosas y la dispersión de contaminantes industriales o ambientales con la consecuente contaminación del agua, suelo y alimentos.

Se llevó a cabo un estudio basado en dos líneas de acción: a) análisis histórico de estadísticas disponibles, sobre inundaciones y morbi-mortalidad debida a padecimientos potencialmente asociados con el fenómeno, y b) identificación del peligro de exposición microorganismos patógenos y oportunistas que tienen potencial para dar lugar a brotes de infecciones gastrointestinales.

En la ciudad de Villahermosa, fue evidente que la infraestructura es insuficiente para desalojar los volúmenes de agua que se generan durante las lluvias locales o las escorrentías de la subcuenca alta y media de la cuenca del río Grijalva. El hecho de que el drenaje pluvial y municipal se mezclen, constituye un riesgo sanitario para la población, expuesta a la unión de aguas residuales y pluviales durante los eventos de inundación.

Los datos de monitoreo de treinta cárcamos indicaron dispersión de microorganismos fecales; por tanto, existe potencial de hidrotransmisión de bacterias y parásitos enteropatógenos en la población afectada por las inundaciones. Entre las bacterias destacan: *Salmonella*, *Vibrio cholerae* No-01, *Escherichia coli* y *Aeromonas hydrophila*, así como de otras especies de oportunistas; *Ascaris* fue el helminto más frecuentemente identificado.

Del análisis estadístico de datos de morbi-mortalidad, se concluye que, con respecto a Baja California (entidad con muy baja precipitación), en Tabasco son mayores los riesgos de padecer infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas (1.62) infecciones intestinales debidas a protozoarios (28.02), escabiosis (5.86) y leptospirosis (29.69).

Resultados principales:

La información generada constituye un soporte técnico para la toma de decisiones y priorización de medidas de prevención ante eventos de inundación. La inversión para mantenimiento correctivo y preventivo en la infraestructura de

desalojo de aguas residuales y pluviales, evitará la exposición de la población a microorganismos patógenos y oportunistas de origen fecal, así como a *Leptospira* y ectoparásitos.



Obstrucción por desechos sólidos en cárcamos.



Muestreo en cárcamos.

Quintana Roo

- *Estudio geohidrológico y de escorrentía para la prevención de inundaciones en las zonas aledañas a la laguna del Manatí, en Cancún*

TH1435.3

El municipio de Benito Juárez (Cancún) cuenta con 296 colonias y 661 176 habitantes. De acuerdo con La Comisión de Agua Potable de Alcantarillado de Quintana Roo (CAPA), son cinco colonias las que sufren año con año los estragos de los encharcamientos e inundaciones. Esta Comisión ha llevado a cabo medidas estructurales para mitigar los daños, como la colocación de pozos de absorción en las diferentes colonias, además de hacer obras de desalojo de agua (cárcamos de rebombeo), siendo una solución para lluvias de baja intensidad.

El desalojo de las aguas pluviales por medios artificiales se tiene solo en algunas colonias (drenaje pluvial), pero algunos sistemas se encuentran conectados al drenaje sanitario. Dado lo anterior, cuando el drenaje pluvial llega a su máxima capacidad se presenta un estancamiento del drenaje sanitario, afectando a los sistemas de las viviendas que descargan.

Por lo anterior, es necesario realizar un estudio integral del lugar para poder mitigar las inundaciones producidas en las cinco colonias y conocer la influencia de la laguna Manatí, además proponer soluciones no estructurales para mitigar los efectos.

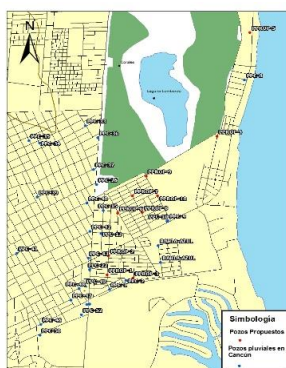
Como resultado, se tiene un informe con el análisis geohidrológico de las zonas aledañas a la laguna del Manatí, así como la perforación de 11 pozos que, junto con los pozos pluviales (18) existentes en la zona, conforman la red de monitoreo que define la profundidad al nivel estático, elevación del nivel estático y dirección del flujo subterráneo.

Resultados principales:

El análisis geohidrológico forma parte del estudio integral de la zona de estudio que propondrá acciones para mitigar las inundaciones producidas en las cinco colonias, además de conocer la influencia de la laguna del Manatí, con cuyos resultados se han propuesto soluciones no estructurales para mitigar los efectos.



Croquis de localización.



Red de pozos de observación (perforados y existentes).

- *Impacto de las actividades humanas en la calidad del agua del río Hondo*
TC1420.6

México y Belice han asumido como prioridad la necesidad de promover un desarrollo que preserve el ambiente y aproveche racionalmente los recursos naturales. La política ambiental puede promover el crecimiento económico si éste se respalda en la estrategia de desarrollo que busca el equilibrio nacional y regional, entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, de forma tal que se logren contener los procesos de deterioro.

El objetivo de este proyecto radica en efectuar un diagnóstico de la calidad del agua del río Hondo, con apoyo en los resultados de cuatro campañas de muestreo y aforo, que sirva de base para modelar la calidad

del agua en el río y efectuar la clasificación del mismo. Lo anterior permitirá definir los límites máximos de descarga, las metas de calidad en el río, así como la capacidad de asimilación y dilución y las condiciones particulares de descarga a corto, mediano y largo plazos, con el fin de definir las acciones de control que permitan preservar el recurso para las actividades de la zona.

Se recopiló información sobre estudios de la zona en el Colegio de la Frontera Sur y en el Instituto Tecnológico de Quintana Roo y se efectuaron dos visitas prospectivas con el propósito de ubicar los sitios de muestreo de calidad del agua en el río, afluentes y descargas. Durante los recorridos, se levantó información de campo con el uso sondas multiparamétricas (temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad y salinidad). De igual manera, se realizaron perfiles de conductividad y salinidad para ver la influencia de la cuña salina con un equipo CTD (temperatura, conductividad y salinidad) y se han geoposicionado y documentado los sitios mediante imágenes fotográficas.

Asimismo, se recopiló información de uso de suelo, cuerpos de agua, edafología, geología, vías de comunicación, hidrografía, climatología, y se tiene una primera versión de la delimitación del área de estudio, la cual es compartida por tres países. La contraparte de Belice ha entregado, parcialmente, la información solicitada, y Guatemala facilitó las coberturas de curvas de nivel de la parte alta de la cuenca, ubicada en este país. Se efectuó un recorrido en la cuenca con personal del IMTA, a fin de identificar los usos de suelo en la cuenca y las principales actividades agropecuarias. Además, se hizo una visita al ingenio de San Miguel para solicitar información sobre aspectos de producción de la caña de azúcar en la cuenca.

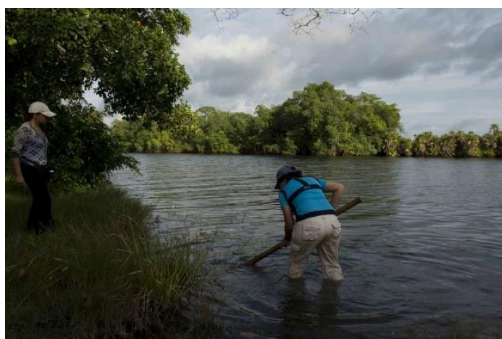
Se realizó la primera campaña de monitoreo de calidad del agua, sedimentos y aforo tanto en el río Hondo como en la bahía de Chetumal y descargas. El número de sitios monitoreados fue de 35.

Resultados principales:

Conocer la calidad del agua de la cuenca del río Hondo y de sus fuentes de contaminación para establecer los parámetros que deberán cumplir las descargas para frenar su deterioro ambiental, establecer la capacidad de dilución y asimilación de contaminantes del río y las cargas de contaminantes que puede recibir, así como las metas de calidad y los plazos para poder alcanzar los límites permisibles.

Este conocimiento coadyuvará al cumplimiento de la normatividad vigente, lo que a su vez trae consigo la disminución de enfermedades de origen hídrico, así como su aprovechamiento sustentable por parte de los pobladores.

Al establecer acciones para la reducción del aporte de contaminantes se promueve, de manera ordenada, la protección de los cuerpos receptores de agua incrementando potencialmente el uso a los cuales están destinados, además de reducir los costos de los esfuerzos dedicados al control de la contaminación en la región. Esto repercutirá en ahorros en el presupuesto asignado.



Muestreo de macroinvertebrados.



Toma de parámetros de campo.

Zacatecas

- *Pruebas de eficiencia electromecánica en equipos de bombeo de pozos agrícolas en los acuíferos de Zacatecas*
RD1411.3

En México, aproximadamente el 35% del agua utilizada es de origen subterráneo. Con ella se abastece a más de dos tercios de la población y a un tercio de la superficie total irrigada de 6.5 millones de hectáreas. En nuestro país, 653 acuíferos proveen el 70% del agua a las ciudades para abastecer a casi 75 millones de habitantes. En Zacatecas, se riega el 21.6% de 186,543 hectáreas de riego mediante pozos profundos.

El objetivo del trabajo, desarrollado para Fideicomiso Fondo de Fomento Agropecuario del Estado de Zacatecas, es determinar la eficiencia electromecánica en equipos de bombeo de pozos agrícolas para su posterior rehabilitación o modernización, y así dejarlos en condiciones adecuadas para su tecnificación a nivel de parcela con sistemas de riego presurizados y disminuir el consumo de energía eléctrica; por lo consiguiente, disminuir los costos de producción y elevar la productividad del agua y la tierra.

Los principales resultados consisten en: se celebró una reunión de presentación del proyecto y acuerdos de trabajo con autoridades de la Dirección Local Zacatecas de la Comisión Nacional del Agua; se capacitó a diez técnicos con formación de ingenieros civiles y especialista en irrigación para informar, orientar y apoyar a los usuarios a inscribirse al programa de modernización y tecnificación de unidades de riego; se hicieron 964 concertaciones con directivos y usuarios de las unidades de riego, con base en las solicitudes proporcionadas por la Conagua, para realizar las pruebas de eficiencia electromecánica y se calculó la eficiencia electromecánica de 907 equipos de bombeo, de los cuales 842 (92.83%) son menores del 40% y requieren rehabilitar o mejorar, y en 65 (7.17%) su eficiencia es mayor del 40 por ciento.

En cuanto a los datos medios de las pruebas de eficiencia realizadas, los equipos tienen un gasto de 19.78 lps, una eficiencia electromecánica de 35,62%, un índice de energía de 0.61 kwh/m³, un nivel estático de 62.12 m y dinámico de 88.29 m.

Los municipios que presentan mayor porcentaje de eficiencias electromecánicas son; Calera (5.73%), Loreto (8.60%), Fresnillo (15.55%), Guadalupe (8.60%), Pánfilo Natera (5.62%) y Villa de Cos (13.56%), que representa el 57.66%; para los restantes 27 municipios es del 42.67 por ciento.

También, se elaboró la lista de materiales de 820 equipos de bombeo para apoyar el estudio de su modernización y tecnificación y se llevaron a cabo 45 reuniones donde se informó, orientó y apoyó a los usuarios a inscribirse al Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego, para determinar la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo.

Resultados principales:

Durante 2014 se beneficiaron, aproximadamente, 3 628 productores agrícolas mediante

22 6750 hectáreas, con un ahorro de energía eléctrica de hasta 20%, además de la preservación de los acuíferos de Zacatecas, el incremento de la productividad del agua, la facilidad a los usuarios para proporcionar el servicio de riego y la capacitación de técnicos en el ámbito local para determinar la eficiencia electromecánica.



TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES

- *Abastecimiento por captación de la precipitación pluvial en una comunidad indígena autogobernada de Michoacán*

TH1429.4

La comunidad de Cherán se encuentra ubicada en la región de la meseta purépecha al pie del eje Volcánico y se caracteriza por ser una región con fuerte presencia de población indígena, además de haberse constituido como municipio autónomo con la capacidad de elegir a su ayuntamiento mediante el sistema de usos y costumbres.

Derivado del Plan Estratégico para el desarrollo sustentable de Cherán, Michoacán, elaborado en 2012 con apoyo del IMTA, surge la necesidad de instalar un Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) que permita incrementar la dotación de agua a bajo costo. Se planteó la instalación del sistema en el cerro Kokundicata para formar como área de captación el cráter del cerro, aprovechar la pendiente y así conducir el agua por gravedad.

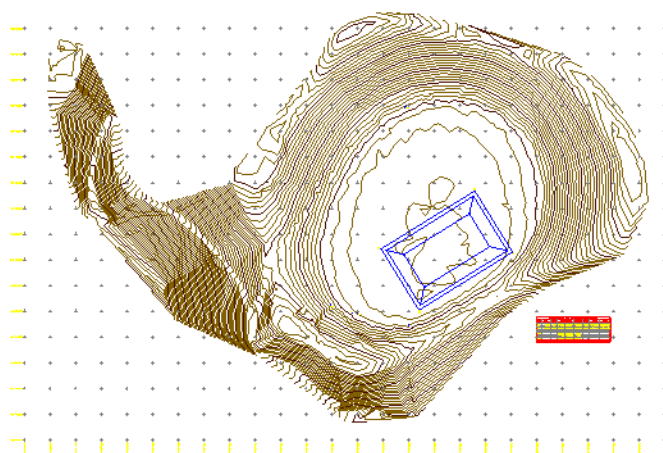
A partir de los estudios de topografía, geotecnia e hidrología se diseñó el SCALL, el cual se integra por una área de captación de 20 000 m² recubierta con geomembrana de policloruro de vinilo (PVC) que incluye desarenadores; una hoya de almacenamiento de agua con un volumen de 19 620 m³ recubierta en piso y taludes con geotextil de polipropileno e impermeabilizada con geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD). La hoya está techada con una cubierta flotante provista de flotadores, contrapesos y bombas sumergibles que funcionan por medio de paneles solares, a fin de recuperar el agua que se capte en la tapa de la hoya y evitar la contaminación del agua almacenada.

Se instalaron dos líneas de tubería para conducir el agua al tanque de regularización de la localidad y de éste se deriva una toma alterna para alimentar una planta purificadora que producirá 1 000 garrafones diarios.

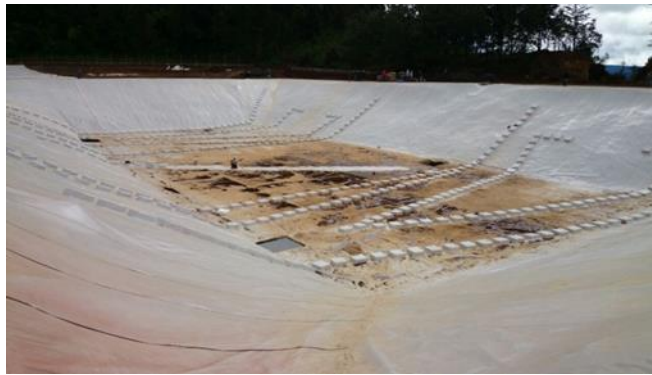
Durante 2015 se dará seguimiento a la operación y mantenimiento del sistema, además de realizar las acciones complementarias que contribuyan al mejor funcionamiento del mismo.

Resultados principales:

Con la planta purificadora, la comunidad podrá contar, además de agua con la calidad requerida por la normatividad para sus 14 245 habitantes, con ingresos suficientes para cubrir los gastos de operación y mantenimiento del SCALL, así como los gastos de energía eléctrica de los equipos de bombeo. Adicionalmente, contarán con un fondo para llevar a cabo trabajos de mejora en el sistema de distribución de agua potable en la localidad. El agua excedente se distribuirá a la población, disminuyendo así los costos de bombeo. Este sistema, el más grande en México y Latinoamérica, se puede replicar en otras localidades del país.



Plano de ubicación del SCALL.



Hoya de almacenamiento con cubierta de geomembrana, contrapesos y flotadores.

- *Sistema de registro de datos climatológicos en Morelos*
TH1331.4

El cambio climático que sufre nuestro planeta trae consigo una diversidad de problemas asociados con el clima y el tiempo meteorológico que afectan directamente en los sistemas de producción agroalimentarios, y el productor carece de la información necesaria para la planeación de las actividades de cultivo y producción ganadera.

Las sequías y las lluvias torrenciales han dejado pérdidas significativas por siniestros en la agricultura y la ganadería en Morelos y los recursos nunca serán suficientes para el pago de siniestros. Por ello, es necesario monitorear las condiciones climáticas en tiempo real para prevenir siniestros y construir modelos de predicción que ayuden a minimizar los riesgos en la agricultura. Para tal fin se utiliza la información generada por las 25 estaciones de la red de estaciones agroclimatológicas del estado.

En el proyecto, desarrollado para Fundación Produce Morelos y el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, se tiene la encomienda de mantener en operación continua el sistema de registro de datos climatológicos en el estado. Para alcanzar el objetivo, se supervisa y mantienen 25 estaciones agroclimatológicas, una estación receptora y un equipo de publicación de datos y estadísticas en el portal web: <http://galileo.imta.mx/FUPROMOR>

Durante el año, se han llevado a cabo las siguientes actividades: operación del equipo de recepción de datos y supervisión de los sistemas informáticos; respaldo de la información de 2013 y hasta el 31 de mayo 2014; supervisión, mantenimiento y actualización de los sistemas informáticos del portal electrónico y del sistema de administración de información de la red de estaciones; mantenimiento preventivo y correctivos a sensores y equipo de las 25 estaciones, además de la validación continua de los datos para diagnosticar los sensores que requieran reemplazo, y pruebas de validación de datos de los sensores de recambio: 1. Temperatura y humedad relativa y 2. Humedad de la hoja.

Resultados principales:

La inversión económica en la tecnología ayuda a obtener información más confiable para utilizarse en los modelos que generan pronósticos cada día más certeros, los cuales permiten planear cada etapa del proceso de producción: siembra, riego, cosechas, trabajos requeridos por los cultivos.

Red de estaciones agrometeorológicas del estado de Morelos

SEMARNAT, IMTA, MORELOS, COFOPRO, INIAP, SAGARPA

Temperatura Máxima de ayer: 39.7
Estación: Chimalco Municipal

Reporte mensual
Mayo del 2014

Año: 2014 Mes: Junio Realizar Reporte

Municipio	Estación	Precipitación (mm. acumulados)	Temperatura (C)	Humedad Relativa (% promedio)	Viento
			Media mínima máxima		Velocidad (m/h) Dirección
Jonacatepec	INIAP	105.6	28.31 16.7 36.4	65.2	3.9 182.44
Macatepec	El Calvario	16.6	25.99 17.4 36	51.53	3.71 205.93
Amacuzac	Rancho al potrero	115.8	25.99 16.6 36.5	57.27	6.75 187.47
Huixtla	CEIEPO	162.6	12.95 4.5 21.5	79.21	1.4 177.63
Tlaquiltenango	Tlaquiltenango	128	26.89 16.5 36.6	50.9	3.66 187.61
Ocuiltepec	Ocuiltepec	147.6	21.29 11.3 31.2	57.55	2.9 157.46
Cuicatlan	El Hospital	130.4	23.4 12.2 33.8	62.32	1.99 185.37
Villa de ayala	Ayala	142.2	25.08 14.7 36.4	52.22	1.61 140.96
Asociación	Asociación	258.4	26.26 15.9 36.7	50.19	1.52 152.47
Jonacatepec	Jonacatepec	115	23.95 13.5 34	49.69	7.35 191.83
Puerto de Ixtla	Puerto de Ixtla	101.2	26.35 17.8 36.9	48.87	2.78 206.44
Mixatlan	Coatepec	74.2	25.9 17.3 36.2	52.87	3.29 2.42
Tapalcingo	Tapalcingo	192	26.32 16.4 36.2	50.66	3.61 188.48
Emiliano Zapata	Emiliano Zapata	151.6	23.8 13.1 34.4	57.49	2.02 146.48
Tapotlan	Tapotlan	205.9	23.74 12.4 36.3	56.44	2 179.94
Tapacapan	Tapacapan	176.6	21.14 11.2 30.2	56.28	2.14 162.46
Tlatzilapan	Tlatzilapan	116	26.26 16.9 36.2	51.89	1.62 168.64
Cuamavaca	Tetela del Monte	80.2	19.13 9.2 29	51.23	0.39 177.62
Tetela del Volcan	Tetela del Volcan	136.2	17.55 7.9 28	54.94	0.34 181
Coatlan	Tehuacan	129.4	26.94 16 40.1	53.03	1.2 193.19
Temaco	Huixtla	102.9	22.77 12.4 32.5	53.38	1.85 162.81
Tlaxiapa	Tlaxiapa	237.4	18.32 9.5 26.9	53.76	1.36 174.65
Mixatlan	Mixatlan	131.2	26.6 13.8 37.1	55.66	4 170.6
Totolapan	Totolapan	230.8	20.7 10.4 31.1	57.45	3.61 166.16
Jantlatlan	Tenango	0	25.22 16.4 35.4	51.56	7.61 194.72
Valores medios		143.66	23.47 13.36 34.25	56.07	2.60 176.40

Guardar Consulta de Datos

Reporte mensual.

Administración de información de la red de estaciones agrometeorológica

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Red Morelos

Secciones: Estaciones, Mantenimiento, Datos generales, Herramientas, Servicio usuarios, Red Morelos

Estado de la red Exportar datos Inventario

Fecha Inicial: 2014-01-01 Fecha Final: 2014-06-01

Estaciones:

☐ INIAP	☐ El Calvario	☐ Rancho al potrero	☐ CEIEPO
☐ Tlaquiltenango	☐ Ocuiltepec	☐ El Hospital	☐ Ayala
☐ Asociacion	☐ Jonacatepec	☐ Puerto de Ixtla	☐ Coatepec
☐ Tapalcingo	☐ Villa de Ayala	☐ Emiliano Zapata	☐ Tapotlan
☐ Tapacapan	☐ Tlatzilapan	☐ Tetela del Monte	☐ Tetela del Volcan
☐ Tehuacan	☐ Huixtla	☐ Tlaxiapa	☐ Mixatlan
☐ Totolapan	☐ Tenango		

Marcar Todos Desmarcar Todos

Variables:

☐ Precipitación	☐ Dirección del viento	☐ Velocidad del viento	☐ Velocidad del viento máxima
☐ Humedad de la Hoja	☐ Piranometro	☐ Humedad Relativa	☐ Temperatura
☐ Temperatura máxima	☐ Temperatura mínima	☐ Celda solar	☐ Batería
☐ Outflow	☐ Inflow		

Marcar Todos Desmarcar Todos

Realizar búsqueda

DATA

Sistema de administración de información de la red de estaciones.



Sensor prototipo.

- *Control integral de maleza acuática en la infraestructura hidroagrícola de los embalses que integran el Sistema Humaya, del Distrito de Riego 010, Culiacán-Humaya, Sinaloa*

RD1410.3

A fines de 1992, estudios realizados en sesenta distritos de riego (DR) con problemas de maleza acuática en México concluyeron que los DR 010 (Culiacán-Humaya-San Lorenzo) y 074 (Mocorito), en Sinaloa, tenían la infraestructura de riego con la mayor infestación de lirio acuático del país por unidad de superficie. Se detectó una infestación de 2 714.88 ha en las obras de cabeza y en la red mayor, y 796.13 ha en la red de distribución. Esta situación determinó que el IMTA iniciara acciones de control de maleza acuática en dichos distritos.

Hoy en día, el repunte del lirio acuático y las dificultades inherentes en la operación del Canal Principal Humaya se deben en buena medida a la falta de seguimiento sistemático y programado del crecimiento del lirio acuático, así como de la población de sus agentes de control.

Con este proyecto, desarrollado para el Sistema Humaya Distritos 010 y 074 Mocorito Sociedad de Responsabilidad Limitada de Interés Público de Capital Variable, se busca establecer las densidades adecuadas y distribución homogénea de los agentes de control *Neochetina bruchi* y *Neochetina eichhorniae* (neoquetinos) en los principales diques del sistema Humaya: Batamote, Arroyo Prieto, Agua Fría, Hilda y Mariquita.

Se impartió el curso teórico-práctico *Control biológico de maleza acuática en infraestructura de riego* a 36 técnicos, principalmente de la SRL del Humaya, con la participación, además, de personal operativo de la Conagua y estudiantes de la Universidad Autónoma de Sinaloa, y se produjo un video que registra la experiencia de control y la capacitación otorgada.

De igual forma, se hizo un diagnóstico de los embalses del Sistema Humaya, así como la colecta, empaque, movilización y liberación de 262 000 insectos de las especies *Neochetina bruchi* y *N. eichhorniae* (neoquetinos) en puntos clave de dicho sistema.

Se aumentó la densidad de los agentes de control, de 1.43 insectos/planta a 5.0, en el dique Arroyo Prieto, y de 1.93 insectos/planta a 3.23, en el dique Mariquita.

Resultados principales:

Incremento en el conocimiento de técnicos y usuarios de la SRL del Humaya en las bases teóricas y prácticas de los mecanismos de control biológico de maleza acuática en infraestructura de riego; aumento en la densidad de agentes biológicos de control por cada planta de lirio acuático, lo que estimula y acelera el proceso de control, y conocimiento de las proporciones de las dos especies de neoquetinos, así como de las proporciones de sexo entre cada especie, lo que permitirá establecer estrategias de liberación y control a futuro.



Registro del video.

- Asesoría para la supervisión de la entrega volumétrica a una sección de riego de los módulos de riego I-1 Bamoa y II-2

Tetameche del Distrito de Riego 063 Guasave, Sinaloa, durante el ciclo agrícola 2013-2014

RD1331.3, RD1332.3

En los últimos años, el norte de Sinaloa se ha visto afectado por una mayor variabilidad climática con recurrencia de fenómenos extremos: sequías, heladas tardías y huracanes, los cuales han afectado la disponibilidad de agua para riego y en consecuencia la productividad de los cultivos. Para generar una mayor seguridad hídrica, dos asociaciones de usuarios productores agrícolas del Distrito de Riego 063 (módulo I-1 Bamoa y módulo II-2 Tetameche) solicitaron al IMTA realizar un proyecto de asesoría para supervisión de la entrega volumétrica en una sección piloto en cada uno de los módulos de riego, con objeto de incrementar la eficiencia del uso de agua, reducir los volúmenes perdidos, dar seguimiento al riego en una parcela demostrativa y documentar el estado de su infraestructura hidráulica. Los costos de ambos proyectos han sido financiados en su totalidad por ambas asociaciones de usuarios.

Se ha dado asesoría para la supervisión de la operación de la red de distribución para el seguimiento de los volúmenes entregados, en la supervisión del riego parcelario para inducir el ahorro y uso eficiente del agua a nivel parcelario y se hizo un diagnóstico de las estructuras existentes para la entrega volumétrica en una sección piloto.

Resultados principales:

Mediante el proyecto se mejorará el servicio de riego al usuario y el conocimiento y habilidades del capital humano del módulo de riego, y se incrementará el ahorro del agua, en al menos un 10%, y el índice de recaudación de la cuota de autosuficiencia del módulo de riego.



Aforo en puntos de control en módulo I-1 Bamoa.



Aforo en punto de control y seguimiento de riego en módulo II-2 Tetameche.



Capacitación de personal técnico en módulos I-1 Bamoa y II-2 Tetameche.

- *Estudio de tratabilidad de aguas residuales con alto contenido de sólidos suspendidos mediante coagulación-floculación-sedimentación y biorreactor con biomasa inmovilizada*
TC1353.3

El IMTA desarrolló un reactor biológico con biomasa inmovilizada, denominado BIOSTAR, para el tratamiento de aguas residuales de fraccionamientos habitacionales. Con la compañía HITECMA, S. A. de C. V. se tiene un convenio de licenciamiento para la comercialización de esta tecnología, así como una alianza estratégica para colaboración en desarrollos tecnológicos. Buscando la diversificación de los usuarios de la tecnología BIOSTAR, se presentó un caso de aguas residuales de tipo doméstico pero con un alto contenido de sólidos suspendidos no sedimentables, provenientes de la descomposición de papel higiénico. Se necesitaba realizar pruebas de tratabilidad de esta agua para determinar los mejores reactivos químicos, dosis y condiciones de operación del sistema de tratamiento mediante coagulación-floculación-sedimentación y biorreactor con biomasa inmovilizada. La empresa HITECMA se dirigió al IMTA con la solicitud de efectuar este estudio.

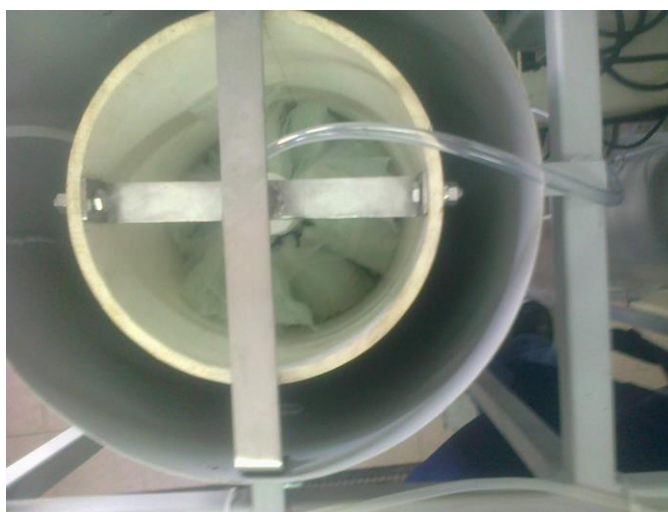
Se desarrolló un sistema de tratamiento de un agua residual con alto contenido de sólidos suspendidos mediante coagulación-floculación-sedimentación y biorreactor con biomasa inmovilizada.

Resultados principales:

Se generó una adaptación de la tecnología BIOSTAR que permite dar una solución al tratamiento de aguas residuales de centros comerciales, restaurantes, hoteles, puertos y centros turísticos, donde se tiene la práctica de disposición del papel higiénico al alcantarillado.



Vista general del sistema experimental



Vista superior del biorreactor empacado antes del arranque.

- *Mejoramiento de las condiciones sanitarias en tres escuelas periurbanas con escasos recursos hídricos y económicos en el Estado de México*

TC1371.4

ONU-Hábitat es un proyecto relacionado con servicios básicos para mejorar el nivel de vida de las personas que viven en lugares con bajos recursos y en condiciones de pobreza. Una de las áreas en que se han desarrollado proyectos es la relacionada con el aumento de servicios de agua y tratamiento de las aguas residuales. Para ello, BASF, empresa alemana, se puso en contacto con ONU-Hábitat con objeto de aportar recursos económicos importantes para este tipo de proyectos.

Han tenido contacto con las autoridades educativas del Estado de México, específicamente los directores de tres escuelas ubicadas en Ayapango, Tlalmanalco y Valle de Chalco, donde se han identificado problemas similares de escasez de agua, servicios sanitarios deficientes, alto costo del servicio de suministro de agua por pipas, que se traduce en enfermedades infecto-contagiosas y disminución de la calidad de vida de los alumnos, maestros, visitantes y personal en general de estas escuelas.

ONU-Hábitat pidió al IMTA instalar los prototipos requeridos para proporcionar mayor cantidad de agua de primer uso y reusar el agua residual generada en las escuelas, de tal manera que al optimizar su uso y consumo se reduzcan al máximo los costos de tener el vital líquido y se disminuyan los problemas de salud en la comunidad escolar.

Se realizaron talleres participativos en Ayapango, Tlalmanalco y Valle de Chalco para promover la apropiación de la tecnología, se terminaron los trabajos de supervisión técnica de la instalación de los prototipos y se recibió la visita de supervisión y evaluación por parte de ONU-HÁBITAT y BASF.

También, se iniciaron las pruebas de arranque y operación en las tres escuelas participantes, de las instalaciones de los sistemas de captación de agua de lluvia y, en dos de ellas, de tratamiento de aguas residuales y reúso en escusados. Finalmente, se llevaron a cabo reuniones para reforzar el enfoque participativo de las tres escuelas.

Resultados principales:

Se lograron el aumento de dotación de agua en las tres escuelas, ahorros económicos al disminuir considerablemente el número de pipas que se compran anualmente y la transmisión de conocimiento a la comunidad escolar; además se transfirió tecnología a las escuelas con una alta participación social en el proyecto.





3. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

- *Operación de los programas de Posgrado del IMTA*
DP 1410.1, DP1418.2, DP0520.6

Desde hace 25 años, la Universidad Nacional Autónoma de México ha venido realizando, en conjunto con el IMTA, diversas actividades de investigación y docencia. En este contexto, en julio de 2005, las partes celebraron un Convenio General de Colaboración Académica con el objetivo general de la mutua colaboración relacionada con el desarrollo y aplicación de conocimientos científicos, sociales y tecnológicos; en particular, la investigación y transferencia de conocimientos.

En los semestres académicos 2014-2 (enero-junio 2014) y 2015-1 (agosto-septiembre 2014) se impartieron 42 asignaturas en las maestrías en Ingeniería Hidráulica, Ingeniería Ambiental y en Ciencia y Tecnología del Agua. Se tuvo una eficiencia de graduación por cohorte de, al menos, 60% en los posgrados impartidos de Ingeniería Civil (Hidráulica) e Ingeniería Ambiental.

Los resultados de admisión para el semestre 2015-1 son: 22 alumnos en maestría y tres en doctorado.

Se tiene una nueva generación de alumnos en la maestría en Ciencias y Tecnología del Agua, con cinco alumnos becados por el fideicomiso del Instituto.

Se terminó el rediseño curricular de la maestría en Ciencia y Tecnología del Agua; se envió a Dirección General de Profesiones para su registro y se pondrá en operación desde la generación 2014-2016.

Se titularon cuatro estudiantes de la segunda generación del doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua; se impartieron los cursos de los cuatrimestres 4º, 5º y 6º de la tercera generación de la maestría en Ciencias del Agua y se tiene la primera versión de las tesis de grado.

Se realizó una adecuación del edificio para mejorar la impartición de cursos a los estudiantes, así como las áreas administrativas. Para mejorar la administración del posgrado, se puso en operación el sistema de llenado de actas y evaluación en línea.

Principales resultados:

Con el propósito de intercambiar experiencias, tanto en el ámbito de la investigación como en el desarrollo tecnológico e innovación, se presentaron los avances de tesis de cuarenta estudiantes (56) de maestría y doctorado en Ingeniería, semestres académicos 2014-2 y 2015-1, en el VIII y IX Seminario de Investigación en Ingeniería Hidráulica y Ambiental, en las instalaciones del Posgrado del IMTA.

Dentro del proceso de admisión de la Convocatoria 2015-1, se impartieron durante cuatro semanas los cursos propedéuticos: Física, Matemáticas, Hidráulica, Hidrología y Conocimientos Generales en Ingeniería Ambiental a 29 aspirantes, con el objetivo de que adquirieran o rectificaran los conocimientos mínimos requeridos para el ingreso al Programa.

Dos alumnas de la maestría en Ingeniería y uno de doctorado realizaron estancias de investigación en la Université du Québec á Montreal, Montreal, Canadá, y en el UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, Países Bajos.



- *Servicios de asesoría, consultoría y formación de recursos humanos*
DP1418.3

El IMTA ofrece consultorías, asesorías y capacitación al personal del sector hídrico nacional y servicios tecnológicos para el fortalecimiento de capacidades de dicho personal. Además, promueve la transferencia de tecnología que ha generado el Instituto para los diferentes usuarios del agua.

En diciembre de 2013 se publicó en el sitio www.imt.edu.mx el Programa Presencial de Capacitación 2014, con un total de 31 cursos programados. Posteriormente, se agregaron otros dos cursos debido a la demanda de los mismos.

En 2014 se llevaron a cabo 19 cursos de capacitación de manera presencial y uno distancia, en los cuales participaron 31 instructores de diferentes áreas, donde se capacitaron 324 participantes, logrando así un total de 10 792 horas/hombre, de las cuales 6 792 corresponden a cursos presenciales y 4 000 al curso a distancia. De las 6 792 horas capacitación hombre de los cursos presenciales, 3 720 corresponden a cursos abiertos y 3 072 a cursos cerrados.

Resultados principales:

La capacitación siempre tendrá un impacto positivo, ya que el objetivo es la formación de recursos humanos calificados, lo cual tendrá como consecuencia una mejor atención y solución de los problemas que se tienen en el país en el sector hídrico, mediante el uso de nuevas tecnologías y nuevas metodologías de trabajo y de atención de la problemática del sector.

Al mismo tiempo, estos cursos permiten a los especialistas del IMTA que participan como instructores diseminar su experiencia a los capacitandos, generando así un impacto directo en la sociedad de esta experiencia adquirida con el desarrollo de los proyectos.



- *Diseño e impartición de cursos técnicos hídricos para la formación de los servidores públicos de la Conagua*
DP1435.3

El proyecto se ejecutó a partir de un Convenio Específico de Colaboración con la Conagua. Se impartieron 18 cursos, capacitándose un total de 326 personas en diferentes áreas del conocimiento, de un mínimo proyectado de 260 personas. El número de horas-capacitando (producto del número de participantes por el número de horas de capacitación de cada uno de los cursos) en los 18 cursos fue de 9 824, de un mínimo definido en el convenio de 8 080.

Resultados principales:

El Programa Anual de Capacitación 2014, llevado a cabo para la Conagua, contribuyó a fortalecer las capacidades, lo cual tendrá como consecuencia una mejor atención y solución de los problemas que se tienen en el país en el sector hídrico, mediante el uso de nuevas tecnologías y nuevas metodologías de trabajo. Al mismo tiempo, estos cursos permiten a los especialistas del IMTA que participan como instructores, diseminar su experiencia a los capacitandos, generando así un impacto directo en la sociedad de esta experiencia adquirida con el desarrollo de los proyectos.



Curso Diseño de sistemas de agua potable.



Curso Operación de plantas de tratamiento de lodos activados (Chiapas).

- *Evaluación de estándares de competencia*

DP1417.3

Como parte de las funciones productivas que ofrece el Sistema Nacional de Competencias (SNC), que promueve el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (Conocer), y certificar personal para instrumentar el Sistema Nacional del Servicio Civil de Carrera del Sector Agua, en 2011 el IMTA se acreditó ante el Conocer como una Entidad de Certificación y Evaluación (ECE) de Competencias Laborales y así capacitar, evaluar y/o certificar las competencias laborales de las personas. Dentro de las actividades desarrolladas por la ECE-IMTA están: acreditación de un Centro de Evaluación en Baja California, de 38 evaluadores independientes y 17 estándares de competencia. Asimismo, se han capacitado un aproximado de 1 400 personas, se han realizado más de 1 300 procesos de evaluación y se han solicitado 1 250 certificados.

Los resultados de las actividades realizadas durante 2014 incluyen la elaboración de material didáctico para los cursos de reforzamiento de los Estándares de Competencia Laboral efectuados en las instalaciones del IMTA, en algunas comisiones estatales de agua del país e instituciones públicas y privadas; la realización de procesos de evaluación para determinar la competencia laboral y la certificación conforme a la normatividad establecida por el Conocer. Dichas actividades se llevaron a cabo a través de convenios específicos, contratos, de manera directa con el personal interesado y las siguientes instituciones: la ANEAS, la Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo, la Comisión del Agua del Estado de Durango, la Cámara Nacional de Comercio de Durango, la Universidad Politécnica del Estado de Morelos y el Centro de Evaluación de la Comisión Estatal del Agua de Baja California.

En total, se capacitaron 142 personas en los cursos impartidos sobre: EC0301 “Diseño de cursos de capacitación presencial, sus instrumentos de evaluación y material didáctico”, EC0149 “Operación de vehículo oficial para transporte de personal”, EC0180 “Promoción de cultura del agua”, “EC0217 Impartición de cursos de formación de capital humano de manera presencial grupal”, y en los temas “Huella hídrica y desarrollo sustentable” y “Formación de promotores de cultura del agua”.

Se evaluaron 245 personas en diferentes Estándares de Competencia Laboral, tales como: EC0149 “Operación de vehículo oficial para transporte de personal”, con diez personas declaradas Competentes; EC0215 “Mantenimiento correctivo a instalaciones eléctricas”; EC0217 “Impartición de cursos de formación de capital humano de manera presencial grupal”; EC0317 “Control de la eficiencia energética en la operación de las estaciones de bombeo de agua potable”; EC0318 “Mantenimiento electromecánico a una estación de bombeo de agua”; EC0319 “Vigilancia de la operación de una estación de bombeo de agua potable”; EC0180 “Promoción de cultura del agua”; EC0140 “Cuantificación del consumo de agua potable con medición”; EC0153 “Atención a usuarios en la solicitud de servicios”; EC0145 “Conservación de la red de agua potable”; EC0208 “Conservación de la red de alcantarillado”, y EC0214 “Tratamiento de aguas residuales con lodos activados”. Derivado de estas evaluaciones se certificaron a 215 personas en los diferentes Estándares.

Resultados principales:

Una de las diversas maneras de impulsar las competencias del personal del sector es la que ofrece el Sistema Nacional de Competencias, que a través de la elaboración de estándares de competencia, se plasman las mejores prácticas relacionadas con funciones productivas dentro del sector agua. Los procesos de certificación han permitido, entre otras cosas, reconocer la loable labor que muchos técnicos del sector agua desarrollan, así como mejorar la realización de las funciones a través de las mejores prácticas para ser más productivos.



- *Estándar de Competencia Laboral “Operación de Secciones de Riego por Gravedad”*
RD1408.3

En México hay 85 distritos de riego que cuentan con infraestructura hidroagrícola para conducir y entregar el agua a los usuarios para su aplicación en parcelas. El canalero o supervisor de sección de riego es el responsable directo del servicio de riego a los usuarios. Se estima que en las más de 481 asociaciones civiles de usuarios de riego activas en el país existen, aproximadamente, 1 480 canaleros, cuya función principal es operar los canales para brindar el servicio de riego con oportunidad, equidad y suficiencia, midiendo y reportando los volúmenes de riego utilizados y las superficies regadas por los usuarios del área bajo su cargo.

El IMTA ha desarrollado, en coordinación con otras instituciones del sector hidroagrícola, el Estándar de Competencia Laboral (ECL) “Operación de Secciones de Riego por Gravedad”, que promueve la certificación de los canaleros con el fin de fortalecer y mejorar las capacidades técnicas de los módulos de riego. El Estándar de Competencia Laboral (ECL) describe el desempeño de la operación de canales en los módulos de riego. En el marco del proyecto se ha asesorado y entrenado en la operación de secciones de riego por gravedad a canaleros de distritos de riego de Sinaloa y Sonora.

Se preparó material didáctico y un manual de capacitación para el curso *Inducción al Estándar de Operación de Secciones de Riego por Gravedad*, se han impartido cinco cursos de capacitación donde han participado 107 operadores de secciones de riego de 54 asociaciones civiles de usuarios de riego de los distritos de riego 063 Guasave, 075 Los Mochis y 076 Valle del Carrizo, Sinaloa, y 038 Río Mayo, 041 Río Yaqui y 018 Colonias Yaquis, Sonora. De los 107 operadores participantes, setenta canaleros pertenecen a tres distritos de riego de Sinaloa y 37 a tres de Sonora.

Resultados principales:

El IMTA es precursor en el desarrollo de capacidades del personal de las asociaciones civiles de usuarios de riego del país. El principal impacto del proyecto es la profesionalización de los responsables de la operación de canales y del servicio del riego, lo que repercutirá en el mejoramiento de la eficiencia de operación y ahorros de volúmenes de agua para riego. Con el mejoramiento de la eficiencia de operación, los usuarios pueden optimizar la aplicación de sus riegos mediante la entrega oportuna, suficiente y constante en las tomas granja de sus riegos.



- ***Planes de seguridad de agua para Zacatecas***
CP1434.3

La Conagua y el IMTA firmaron un Convenio Específico de Colaboración con el objetivo de apoyar, en Zacatecas, las acciones del Programa Agua Limpia, relativas a la protección física y sanitaria de las fuentes de abastecimiento.

El proyecto consistió en la realización de cinco talleres impartidos a directores y personal operativo de los organismos operadores de agua potable de los municipios del estado, y consistieron en darles información detallada sobre los Planes de Seguridad del Agua (PSA), metodología diseñada por la Organización Mundial de la Salud, (OMS).

Con los cursos se busca que el sistema de distribución sea capaz de: minimizar la contaminación del agua en las fuentes de abastecimiento, eliminar la contaminación del agua durante el proceso de tratamiento con tecnología apropiada y sostenible para el medio rural, y prevenir la contaminación del agua durante el proceso de almacenaje y distribución del agua potable.

Resultados principales:

Con los cursos arriba mencionados se busca mejorar el trabajo de las unidades de atención a la ciudadanía.

- *Programa de actualización para personal de Espacios de Cultura del Agua del Estado de Chiapas*
CP1435.3

Desde 2008 la Conagua comienza la operación del Programa Federalizado Cultura del Agua, conjuntamente con los gobiernos estatales y los Espacios de Cultura del Agua (ECA).

Los ECA son lugares físicos que brindan condiciones para realizar actividades fijas o itinerantes permanentes de información y capacitación, a fin de lograr la valoración del recurso hídrico entre la población en donde se ubica y zonas aledañas, así como el cambio de actitudes y participación en los ámbitos individual y social. Para lograr lo anterior, el programa contempla el componente “Capacitación” (cursos y talleres), para los responsables de los estos espacios.

En este contexto, el IMTA apoyó al personal de los ECA del estado de Chiapas en el diseño e impartición de cinco eventos de capacitación: *La mercadotecnia como apoyo (mercadotecnia verde)*, *Huella Hídrica*, *La planeación (Método ZOPP)*, *Cultura del agua para niños* y *Gestión y manejo integral de recursos hídricos*.

Resultados principales:

Se capacitó a 243 personas adscritas a los cuarenta ECA de Chiapas, lo cual contribuyó a la formación del personal adscrito a estos espacios, tendiente a su posible certificación.

- *Desarrollo de material didáctico para dos cursos sobre cultura del agua*
CP1426.1

En 2010 se publicó el manual del Programa Federalizado de Cultura del Agua, donde se indican los procesos de capacitación en los que los responsables de cultura del agua deben estar involucrados. De los eventos de capacitación que se señalan en este Programa, dos cursos son de manera recurrente solicitados por las comisiones estatales para ser impartidos al personal de los Espacios de Cultura del Agua (ECA).

Se han elaborado un manual ilustrado con conceptos, orientaciones y actividades sobre agua, en el marco de la educación para el desarrollo sustentable, y un manual, antología sobre Huella Hídrica, con conceptos y orientaciones dirigido a los responsables de los ECA, ambos para ser utilizados en procesos de capacitación.

Resultados principales:

A la fecha, quienes participan en estos cursos tienen acceso al contenido por medio de presentaciones y sus propios apuntes, por lo que es necesario contar con manuales de estos dos procesos de capacitación que contribuyan a mejorar la aplicación de conceptos y desarrollo de actividades por parte de los destinatarios.

- *Cultura del agua en el IMTA*
CP1427.1

Con este proyecto se propone desarrollar en el IMTA un programa piloto, con la expectativa de aplicarlo posteriormente en instituciones educativas públicas, involucrando al personal en acciones que permitan:

reducir el consumo de agua, mejorar la calidad del agua potable, vigilar que el agua tratada cumpla con las normas aplicables para su reúso y promover el uso responsable del agua.

Se han producido contenidos y materiales educativos con información relevante sobre el cuidado y uso responsable del agua para ser difundidos en boletines, materiales impresos, audiovisuales y cursos a distancia; se ha fomentado la participación del personal en las acciones necesarias para aplicar la metodología y pruebas piloto en instituciones públicas e incorporar a entidades educativas y dependencias de la Administración Pública Federal, así como en la promoción de una cultura de conservación y preservación del recurso entre los empleados públicos y visitantes a las instituciones.

Resultados principales:

Diseño, prueba y validación de una metodología que pueda ser implementada en las instituciones públicas de los tres órdenes de gobierno, con la finalidad de educar y hacer responsable a los usuarios del agua en instituciones públicas.



4 PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO

- *Edición de la revista Tecnología y Ciencias del Agua*
CP1420.1

Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, es una revista interdisciplinaria de ciencia y tecnología del agua que retoma la tradición de publicaciones forjadas en el sector agua en el ámbito gubernamental desde la década de 1930. A partir del vol. IV, núm. 3 julio-agosto 2013, cambió su periodicidad de trimestral a bimestral.

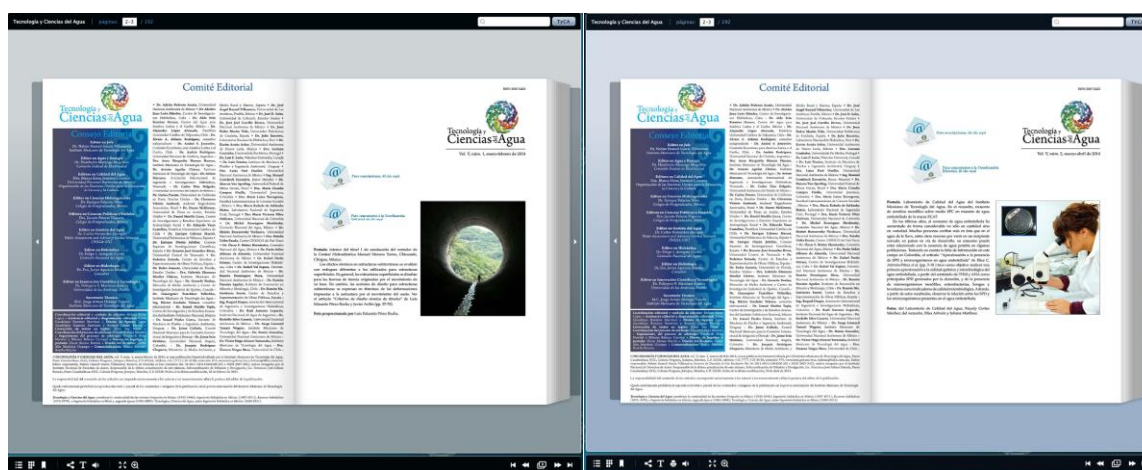
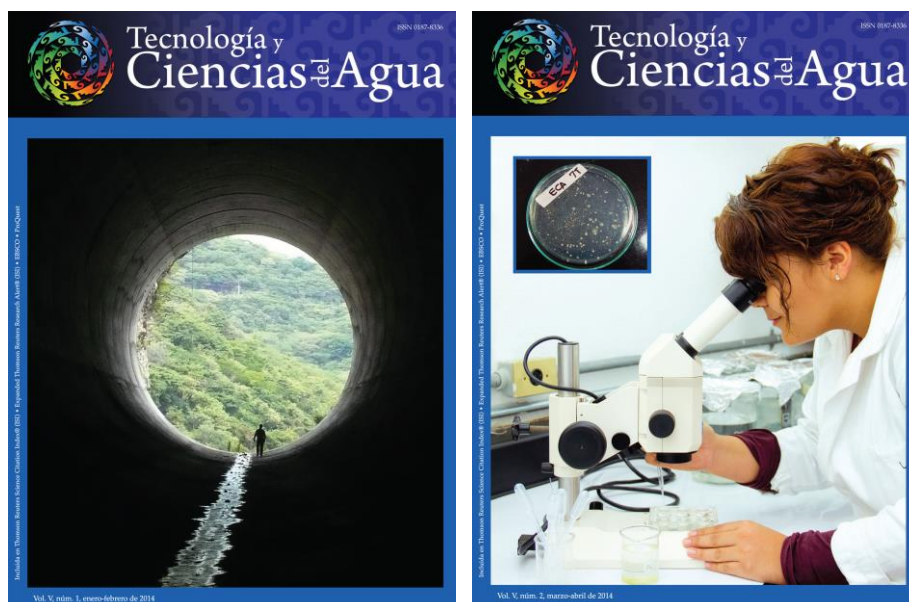
Se editaron seis números en versiones impresa (tiraje de 2,000 ejemplares por número) y digital: enero-febrero, marzo-abril, mayo-junio, julio-agosto, septiembre-octubre, noviembre-diciembre. En su versión en inglés se editaron cuatro números: enero-febrero, marzo-abril, mayo-junio, julio-agosto.

La revista se distribuye a 1,600 suscriptores, tanto en México como en el extranjero, se enviaron 1,712 artículos en PDF por correo electrónico a solicitantes de veinte países (79% de México) y su página web (<http://www.imta.gob.mx/tyca/>) recibió 75 229 visitas provenientes de 109 países (60%) de México). Está indizada en diversos índices y *abstracts* nacionales e internacionales, entre ellos: Thomson Reuters Science Citation Index® (ISI); Expanded Thomson Reuters Research Alert® (ISI) e *Índice de revistas mexicanas de investigación científica y tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología* (Conacyt) (2013-2018).

Resultados principales:

Tecnología y Ciencias del Agua responde a dos aspectos relevantes: el sentido interdisciplinario de sus artículos y notas, así como al ámbito internacional de sus autores, editores, árbitros y lectores. Un Comité Editorial integrado por reconocidos expertos de 15 países respalda la consistencia y objetividad del proceso de dictaminación y selección de los trabajos publicados.

Su fin último es difundir y promover el uso y la apropiación social de las nuevas y más importantes aportaciones científicas y tecnológicas que, día a día, enriquecen el conocimiento sobre el recurso agua y su entorno.



- *Edición de la revista digital Agua Simple*
CP1409.1

Los jóvenes (adolescentes) son una audiencia poco atendida en el sector en cuanto a materia de información y cultura del agua, con sustento científico y tecnológico. *Agua Simple*, en coedición con el Consejo Consultivo del Agua, busca cubrir ese espacio.

En el mes de marzo, en el marco del Día Mundial del Agua, la revista digital de divulgación para jóvenes *Agua Simple* estrenó imagen y presentó su nuevo número dedicado al “Agua Virtual”; asimismo editó “Agua y energía” y reeditó el número “Huracanes, ciclones y tifones”, con participación del ITESM, Cuernavaca.

Su página (www.aguasimple.org.mx) recibió 38 698 visitas de 84 países (México 48%) y está presente en las siguientes redes sociales: Facebook (635 likes), Twitter, (138 seguidores), YouTube (29 suscripciones) e Instagram (se abrió la cuenta en septiembre).

Resultados principales:

Agua Simple brinda y fortalece el conocimiento técnico y científico del agua entre jóvenes de 13 a 18 años, así como de educadores y padres de familia, como una forma de promover estilos de vida más racionales en cuanto al uso del agua.



- *Programa Editorial IMTA*
CP1417.2, CP1418.1

En 2014, al interior del Programa Editorial IMTA se editaron 18 libros, 11 en edición propia y siete en coedición. Además en coediciones especiales se publicaron dos libros: *¡Agua con el agua!*, de Rius, junto con la Semarnat y la Conagua, y *Sectorización de redes de agua potable*, con la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México.



Resultados principales:

Un libro es un producto del conocimiento que, a su vez, genera conocimiento. Así el IMTA, mediante la edición de libros, satisface intereses y demandas de conocimiento de la sociedad con respecto al agua. Con esta producción y la distribución de publicaciones se han generado nuevos espacios, tanto en el sector hídrico nacional e internacional como en la sociedad en general, para diseminar conocimiento sobre temas relativos al agua, fortaleciéndose, a su vez, la imagen del Instituto.

- *Programa radiofónico Planeta Agua*

El programa de radio *Planeta Agua* entró en su décimo año de transmisiones. Es un espacio radiofónico del IMTA, en colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, que permite la difusión del conocimiento del agua a través de especialistas invitados.

Resultados principales:

Las emisiones también se transmiten vía Internet a través de los portales del Instituto y *Atl, El Portal del Agua desde México*, de la Cátedra UNESCO-IMTA *El Agua en la Sociedad del Conocimiento*.

- *Biblioteca digital del agua*

DP1424.1

La adquisición e integración de material en formato electrónico en las bibliotecas académicas implica un reto y, por ende, una oportunidad de adaptación a los nuevos ambientes de aprendizaje, donde lo digital ha ido adquiriendo mayor relevancia tanto para estudiantes como para docentes e investigadores. Sin duda, esta incorporación ha representado para el Centro de Conocimiento del Agua (Cenca) un replanteamiento en el acceso, gestión, difusión y uso que los usuarios pueden hacer de sus colecciones electrónicas.

Por lo anterior, se planteó la creación de una biblioteca digital especializada en la temática hídrica, cuyo objetivo ha sido la integración de un catálogo sustancial de libros electrónicos, por lo que se adquirieron 84 nuevos títulos y se reactivaron e integraron, en una primera instancia, treinta títulos adquiridos en 2007.

La biblioteca digital se encuentra alojada dentro del sitio del Cenca y actualmente se integra por 114 títulos, los cuales están organizados en seis colecciones: “Calidad del Agua”, “Hidrología”, “Hidráulica”, “Potamología”, “Riego y drenaje” y “Varios”.

Las búsquedas pueden ser sencillas o avanzadas y las opciones son: por título, autor, tema o colección. La catalogación bibliográfica es de segundo nivel, de acuerdo con las Reglas de Catalogación Angloamericanas (2ª edición), y comprende: título del libro, autor(es), temas, editorial, año de publicación e ISBN electrónico; pulsando en el título se puede acceder al documento.

Resultados principales:

La intención de crear estas colecciones es facilitar la búsqueda y la recuperación de información al usuario.

- *Geoportal para consulta del acervo institucional de información geográfica*

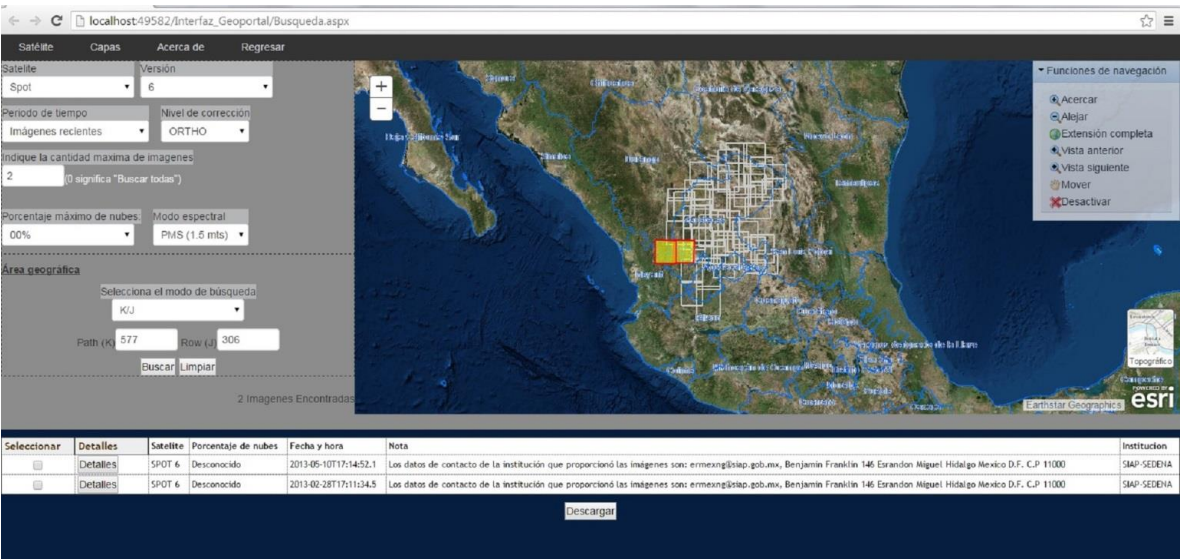
TH1412.2

El IMTA cuenta con un acervo digital de información satelital y cartográfica de cobertura nacional en diferentes escalas, que ocupa un volumen aproximado de 20 TB y que se incrementa constantemente. Esta información constituye un insumo básico en gran parte de los proyectos desarrollados en las áreas técnicas del Instituto. Por esta razón, se ha manifestado la necesidad de contar con la infraestructura especializada que permita el almacenamiento, organización, consulta y recuperación de dicha información en forma sistemática y en línea por parte de la comunidad usuaria.

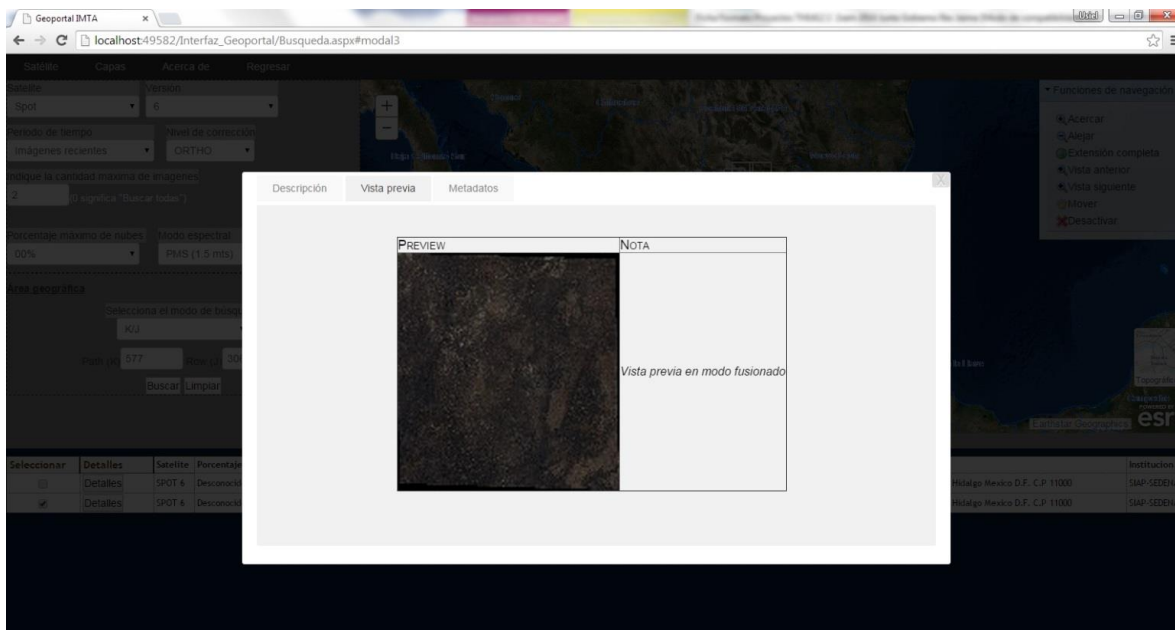
Se adquirió un paquete de equipo de cómputo con la configuración propia para el almacenamiento y transferencia de los datos ráster contenidos en el acervo de la SPH; se tiene un banco de datos con una estructura para el almacenamiento de la información satelital disponible en el acervo; también, una aplicación, funcionando en la Intranet del IMTA, para consulta y descarga de la información ráster disponible en el banco de datos, así como un manual de usuario.

Resultados principales:

El geoportal pone al alcance de los especialistas del Instituto la información satelital y geográfica producida por el Gobierno Federal, reduciendo tiempos de espera y haciendo más eficiente la aplicación de recursos financieros al eliminar la duplicidad de compra; se optimizan recursos al reducir tiempos de respuesta y costos en los proyectos institucionales que requieren de esta información en el planteamiento de soluciones y generación de productos, y se resguardan el acervo y memoria institucional, al permitir la descripción y almacenamiento de información.



Visualización de la vista previa.



Selección del proyecto que utilizará la imagen.

- *Actualización y mejora de una plataforma computacional que incluye información geográfica y documental sobre cambio climático en México*

TH1406.1

El IMTA generó nueva información de los escenarios 2013 para el *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático*. Este documento comprende: la vulnerabilidad ante el cambio climático en diferentes sectores productivos en México y la generación de escenarios climáticos regionalizados de precipitación y temperatura. También, hizo una búsqueda de documentos relacionados con medidas de adaptación al cambio climático implementadas en México.

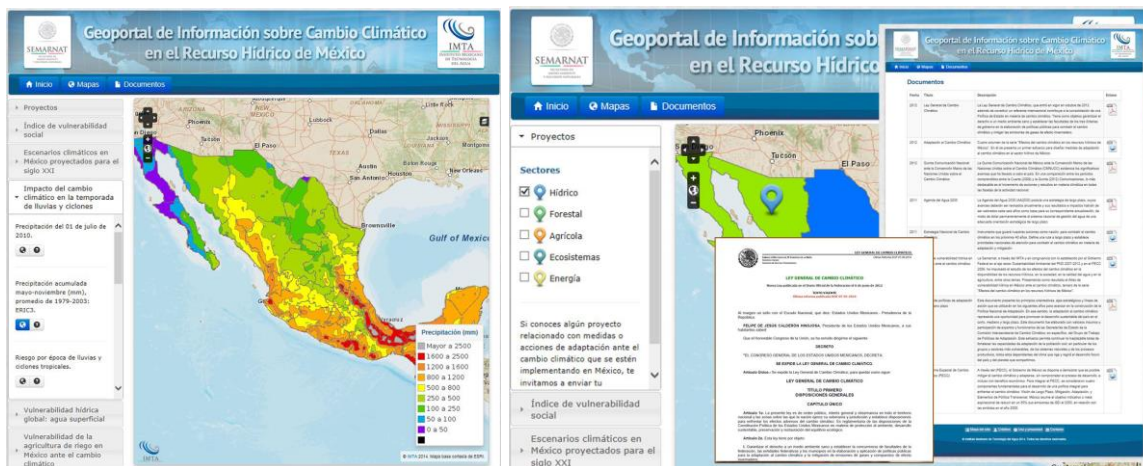
Asimismo, se generó una base de datos de los mapas temáticos correspondientes a los temas del Atlas mencionado y se implementó un geoportal en plataforma web, para el despliegue y análisis de la información del cambio climático para los escenarios 2010 y 2013, así como para la publicación de documentos asociados a medidas de adaptación a dicho cambio.

Resultados principales:

Este proyecto contribuye al desarrollo de instrumentos que apoyen la política hídrica y gestión integrada del agua. Los resultados pretenden cuantificar el impacto del cambio climático en el sector hídrico en los ámbitos nacional, estatal y municipal, conjuntamente con una categorización de los índices de: vulnerabilidad social, calidad del agua, impacto en la agricultura de riego, recurso hídrico superficial, escenarios en lluvias y ciclones tropicales, así como la identificación del riesgo potencial que representa este fenómeno en los diferentes sectores analizados.

La función principal del geoportal es difundir la información actualizada sobre cambio climático y medidas de adaptación, y ponerla a disposición de usuarios y

tomadores de decisiones para identificar las regiones más vulnerables en cada sector.



Geoportal de Información sobre Cambio Climático en el Recurso Hídrico de México.

- *Producción de videos*
CP1423.3, CP1416.2, CP1410.1

Se produjeron los videos: *Informe de actividades IMTA 2013* (español-inglés); *IMTA: nuevos retos, nuevas perspectivas* (español-inglés); *Inundaciones en Hidalgo, su ocurrencia y qué hacer*; *Programa Nacional Hídrico 2014-2018. El agua: recurso que mueve a México* y *Cápsula de sensibilización para reuniones estatales del PNH*. También, se produjeron entrevistas y clips de video como propuestas de entrada al canal de video en el portal de Internet del IMTA.

Asimismo, se reeditó el video *El agua en la tierra* y se tomaron registros audiovisuales de aspectos generales de las reuniones estatales (Nuevo León, Chiapas) y en las reuniones de coordinación multisectoriales para la implementación del PNH 2014-2018.

Por otra parte, se puso en marcha la versión piloto de canal de videos institucionales, a través del portal de internet del IMTA.

En cuanto a la Videoteca Digital IMTA, se habilitó un módulo de captura para digitalizaciones del acervo audiovisual que se encuentra en formato analógico. Este material digitalizado formará parte de la videoteca digital para, posteriormente, ser mostrado en el catálogo audiovisual a difundirse por Internet.

Principales resultados

En el IMTA, el video se ha utilizado para difundir un sinnúmero de contenidos de desarrollos científicos y tecnológicos generados en el Instituto, contribuyendo así a la diseminación del conocimiento y agregando valor a los productos y servicios prestados para la solución de los problemas existentes en el sector hídrico de nuestro país.





- *Aplicación de tecnologías de información y comunicación*
CP1414.2

Se llevaron a cabo actividades de mantenimiento y actualización a los servidores virtualizados y físicos que dan soporte a la red de sitios IMTA. Siguiendo las mejores prácticas del ámbito internacional, en cuanto a rendimiento, seguridad y capacidad de servicio del administrador de contenidos *Joomla* y los componentes necesarios para su operación.

Entre los resultados se encuentra la actualización de los administradores de contenidos de los sitios web a la 2.5 de *Joomla!*, la implementación de estrategias de seguridad informática para los sistemas operativos de los servidores que forman par, el respaldo semanal de los sitios web y bases de datos de los servidores que conforman la red de sitios IMTA, el mantener actualizados los contenidos de estos sitios y se actualizó la plataforma, identidad gráfica, distribución y tipo de contenidos del sitio web oficial del IMTA.

Principales resultados

Se obtuvo un total de 704 549 visitas. En el portal institucional 224 713 y en el portal *Atl* 479 836, que son los que más visitas reciben; se tienen 3 301 seguidores en *Facebook* y 2 228 en *Twitter*.

- *Aplicaciones móviles de información sobre agua y medio ambiente*
CP1411.1

La creciente adopción del uso de tabletas electrónicas genera un nuevo canal de difusión de información que puede y debe ser aprovechado por el IMTA para la difusión del conocimiento hacia la sociedad.

Hasta el momento se ha seleccionado y acopiado la información a difundir para, posteriormente, procesarla de manera que sea fácilmente consultada de forma remota. Con tal fin, se configuró el servidor desde donde se difundirá la información.

Se desarrollaron tres Apps: Prontuario de información estadística sobre el agua, Información sobre sequía en México y App del portal *Atl*.

Resultados principales:

Las aplicaciones móviles serán un producto IMTA disponible a la sociedad para su uso libre, y representarán un nuevo canal de comunicación hacia ella.

- *Producción y difusión de materiales didácticos relacionados con el funcionamiento de los distritos de riego*
- CP1429.3**

La Gerencia de Distritos de Riego de la Conagua realiza acciones de información y divulgación dirigidas a los usuarios del agua para riego del país. Año con año estas acciones requieren de la producción de diversos materiales de comunicación en apoyo a la labor de transferencia de tecnología que realiza la Conagua a los usuarios.

Como estrategia para divulgar estas acciones de comunicación, la Conagua aprovecha la realización de la Asamblea General Ordinaria Anual de la Asociación Nacional de Usuarios de Riego (ANUR) en la sede que se asigne para la reunión, para presentar a los usuarios del riego los principales resultados alcanzados mediante las acciones técnicas y de gestión llevadas a cabo por la Conagua en favor de los propios usuarios.

Se produjo y montó en un stand en un hotel de Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero, sede de la XX Asamblea General Ordinaria 2014; se produjeron y distribuyeron 1 000 ejemplares de un folleto y 1 000 artículos promocionales.

Principales resultados

Estas labores de divulgación facilitan la transferencia de tecnología a los distritos de riego, así como mostrar a los propios usuarios la importancia del empleo de tecnologías cada vez más avanzadas que les permitan aprovechar mejor el agua y, con ello, incrementar el rendimiento de sus cultivos.



5. COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL

UNESCO

- *Cátedra UNESCO-IMTA El agua en la sociedad del conocimiento*
CP1415.1

La Cátedra UNESCO-IMTA se conformó para generar un espacio donde se comparta el conocimiento mediante sitios web, eventos y otros instrumentos.

En seguimiento a las actividades relacionadas con las tecnologías de la información, se mantuvo la actualización constante del contenido del sitio *Atl: El Portal del agua desde México* (www.atl.org.mx), órgano de comunicación de la Cátedra UNESCO-IMTA *El agua en la sociedad del conocimiento*. De enero a diciembre de 2014 se tiene registro de 518 699 visitas.

De igual forma, se envían mensualmente boletines electrónicos del *Atl* con las noticias relevantes del sitio a 7 136 personas. El boletín de diciembre fue el número 66.

En el mes de abril se lanzó la convocatoria para el Concurso de Fotografía Reto IMTA 2014 y se recibieron 55 fotografías; en septiembre se llevó a cabo el ciclo El Agua en el Cine de Arte donde se proyectaron cuatro películas relacionadas con el tema del agua, y en octubre se llevó a cabo la I Muestra Internacional de Audiovisual Científico, coordinada por el IMTA, la UNAM y la Cátedra UNESCO-IMTA; en total, entre los dos últimos eventos, asistieron cerca de cuatrocientas personas.

Asimismo, se llevó a cabo el Taller de Producción de Cine, impartido por la productora de la película *H₂Omx*, en el que participaron cuarenta personas, y se organizó una Conferencia Magistral Audiovisual de Divulgación Científica, con un total de sesenta asistentes.

Del 26 al 28 de noviembre se llevó a cabo el 1er Encuentro Iberoamericano de Educación y Cultura del Agua en la GIRH, en el marco de la Cátedra UNESCO-IMTA, con la participación de varios países, entre ellos: Panamá, Costa Rica, Argentina y España, en el que participaron más de 150 personas.





El Portal del agua desde México
El agua en la sociedad del conocimiento

[Inicio](#)
[Atl](#)
[Agua](#)
[Sociedad del conocimiento](#)
[Cátedra UNESCO-IMTA](#)
[Noticias](#)
[Educación](#)
[E-Medios](#)
[Enlaces](#)

WATER WEEK LATINOAMÉRICA
 Water Week Latinoamérica es una plataforma para el intercambio de experiencias y prácticas entre [Leer más](#)



Buscar

 Búsqueda Local
 Búsqueda en Web

Presentaciones Seminario


Síguenos en:


Inicio
Los 10 lugares más contaminados del planeta
 Viernes, 04 de Julio de 2014 17:34


Del basurero electrónico de Ghana a las minas de oro de la isla de Borneo, un estudio revela los diez sitios que ponen en mayor riesgo de salud a sus habitantes.

Al suburbio de Agbogbloshie, en Accra, Ghana, llegan cada año alrededor de 250 mil toneladas de desechos electrónicos provenientes de Estados Unidos y Europa.

[Leer más...](#)

Guerra Abud escuchó recomendaciones del Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable
 Viernes, 04 de Julio de 2014 17:40

Últimas noticias
[Guerra Abud escuchó recomendaciones del Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable](#)
[Consolidan Consejo de Cuenca del Valle de México para avanzar hacia la](#)
[Estrategia del reconocimiento Gonzalo Río Artona a las mejores](#)
Video nuevo

Atl. El portal del Agua desde México.





El Portal del agua desde México
El agua en la sociedad del conocimiento

BOLETÍN DE NOVEDADES ATL
Junio, 2014. Núm. 60

[Biblioteca Digital del IMTA](#)
[Información de la Cátedra](#)
[Gacetas y Boletines](#)
[Contacto](#)

Water Week Latinoamérica


Se llevará a cabo del 23 al 27 de junio del 2014 en el Hotel Hyatt Regency Polanco de la Ciudad de México. El encuentro forma parte del proceso preparatorio de las Américas rumbo al VII Foro Mundial del Agua.

XXIII Congreso Nacional de Hidráulica


La Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C., se congratula en invitar a todos los interesados en el tema, "Desafíos de la Ingeniería Hidráulica". El cual se llevará a cabo del 15 al 17 de octubre de 2014, en Puerto Vallarta, Jalisco.

Crean mexicanos plataforma virtual que mejora el aprendizaje en aulas


Abrir más canales de comunicación en el proceso enseñanza-aprendizaje a nivel básico, medio superior y superior, así como mejorar los ya existentes, motivó a un grupo de jóvenes emprendedores a diseñar un sistema virtual de aprendizaje llamado Cúrsame.

La Universidad de Colima y el IMTA firman convenio de colaboración


El pasado viernes 13 de junio, la Universidad de Colima (Uco) y el IMTA firmaron un convenio general de cooperación para el desarrollo de actividades, como son la organización y desarrollo de proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico.


Portal IMTA


CONAMEXPHI


Revista Agua Simple


Servicio Meteorológico Nacional

El presente boletín tiene la finalidad de informarle sobre las novedades que podrá encontrar en el Portal ATL, el cual es un espacio de investigación, formación y documentación en temas del agua y la sociedad del conocimiento. Esto no es spam, si no desea continuar recibiendo el boletín escribanos a atl@taloc.imta.mx

Boletín de Novedades Atl.



Eventos.



Asistentes a los talleres del I Encuentro Iberoamericano de Educación y Cultura del agua en la GIRH.

Conagua

- *Estrategia Internacional del sector agua*

Por primera vez, desde un esquema conjunto, la Conagua y el IMTA elaboraron la Estrategia Internacional del sector, plasmada ya en el PNH 2014-2018, Objetivo 6.

A la fecha, se ha trabajado en tres vertientes: multilateral con el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO (PHI) México, a cargo del titular de la Conagua, quien asumió la Presidencia del Consejo Intergubernamental, máximo órgano rector del PHI. Asimismo, con el Centro Categoría 1 de la UNESCO, el Institute for Water Education, en Holanda, se suscribió un Memorándum de Entendimiento para fortalecer la actividad científica y el desarrollo de los recursos humanos en materia de agua. Finalmente, el pasado mes de junio, se llevó a cabo la Semana Latinoamericana del Agua 2014, la que permitió conformar la posición de la región de cara al VII Foro Mundial del Agua que se llevará a cabo en Corea, en 2015.

En la vertiente bilateral, se realizó una misión de prospección para conformar la agenda de trabajo 2014-2018 con Australia, uno de los países que ha logrado remontar con decisiones políticas, legislativas y científico-tecnológicas la sequía que la agobia por más de diez años, y que representa un caso emblemático en el ámbito mundial, de referencia ante la tendencia mundial hacia la escasez. En el marco de la cooperación trilateral con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, en octubre próximo se celebrará en el IMTA la tercera edición del Curso Internacional en Sistemas Naturales de Tratamiento de Aguas y Lodos Residuales su Reuso y Aprovechamiento, donde participaran cinco países de América Latina y el Caribe.

- *España*

Firma de Convenio de Colaboración entre el IMTA y el Instituto Flumen de España, en Dinámica Fluvial e Ingeniería Hidrológica. Se trata de una entidad de investigación mixta, de titularidad compartida entre la Universidad Politécnica de Cataluña y el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, con sede en la ciudad de Barcelona, España. El objeto del convenio es establecer las bases generales de colaboración para el desarrollo de actividades conjuntas, como son, entre otras: organización y desarrollo de proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico, estudios técnicos, programas de especialización y actualización profesional en áreas de interés común, y que correspondan al sector agua.

Visitas de delegaciones extranjeras:

- *Australia*

Representantes de la Embajada de Australia en México visitaron el Instituto en abril, como preámbulo a la visita que la misión del IMTA, encabezada por su Director General, realizaría del 28 de abril al 3 de mayo con el objetivo de atender la invitación hecha al gobierno mexicano para participar en la Conferencia Internacional del Agua Oz Water. Con Australia se tiene un Memorándum de Entendimiento suscrito en 2012, y la estancia de siete expertos del IMTA en la Universidad de Sydney ha permitido intercambiar experiencias en los temas de hidrometeorología, impacto ambiental y agricultura, identificándose un esquema de cooperación en los ámbitos académico, institucional y de construcción de capacidades.

- *Bélgica*

En mayo, el IMTA recibió la visita de un representante de la Universidad de Namur, Bélgica, con el objetivo de establecer posibles ámbitos de cooperación, en especial en temas de nanotecnología relacionados con el agua. La visita se dio en el marco de la Red de Talentos Mexicanos en el Exterior, de la cual el Instituto es un Punto Nacional de Contacto Sectorial, y cuya finalidad es que científicos mexicanos altamente calificados, que residen en el exterior, cuenten con esquemas de organización local que les permitan contribuir al desarrollo de México.

- *Irlanda*

En el marco de una misión a México, concertada con el Embajador de México en Irlanda, Carlos Eugenio García de Alba, con el fin de estrechar los lazos académico-científicos entre ambas naciones, el IMTA recibió en mayo la visita de una delegación de la Universidad de la Ciudad de Dublín, Irlanda. Mediante un Memorándum de Entendimiento, se identificarán y establecerán ámbitos de posible colaboración entre ambas instituciones.

- *Italia*

Misión del Sistema Institucional y Empresarial Italiana y del Consejo Nacional de Investigación de Italia, con la finalidad intercambiar información en materia científica y tecnológica e identificar posibles ámbitos de colaboración. La visita se realizó a solicitud de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo, de la Secretaría de Relaciones Exteriores, en el marco de la firma de la Declaración de Intención Conjunta México-Italia, celebrada el 1 de abril, previa a la suscripción de ambos países del Programa Ejecutivo de Operación Científica y Tecnológica 2014-2016.

- *Sudáfrica*

En el marco de su participación en la Conferencia IWA: Agua, Energía y Clima 2014, celebrada en la ciudad de México en mayo, y con el objetivo de tener un panorama general del sector agua en nuestro país, una delegación del Departamento de Asuntos del Agua, de Sudáfrica, realizó una visita al Instituto.

Los delegados sudafricanos aprendieron sobre la organización, infraestructura y capacidades tecnológicas del IMTA y realizaron un recorrido por sus principales instalaciones. Como parte de su misión a México, se entrevistaron con diferentes personas del sector agua con miras a una próxima visita de altos funcionarios de Sudáfrica en julio del presente año, para establecer un Acuerdo de Cooperación Internacional en materia de agua entre los dos países.

6. OTRAS ACTIVIDADES RELEVANTES

- *Participación en el XI Encuentro Nacional de Cultura del Agua 2014 (ENCA)*

En el marco del XI Encuentro Nacional de Cultura del Agua 2014 (ENCA), que se celebró en el mes de mayo, en el estado de Durango, se llevó a cabo el taller La importancia de la certificación de competencias en materia de cultura del agua, a cargo de especialistas del Instituto.

El taller tuvo como objetivo principal comprender la importancia, características, ventajas y desventajas que tiene el certificarse en estándares de competencia relacionados con las funciones que desempeña el responsable de un espacio de cultura del agua.

Los cuatro temas que se desarrollaron fueron: “Transformación del mercado de trabajo y competencia laboral”, “El sistema nacional de competencias en México”, “Cómo se construye un estándar de competencia laboral” y “Estándares relacionados con el personal que labora en un espacio de cultura del agua”.

- *Participación del IMTA en la Conferencia IWA: Agua, Energía y Clima 2014*

En el mes de mayo tuvo lugar la Conferencia IWA: Agua, Energía y Clima 2014, donde el Dr. David Korenfeld Federman, Director General de la Conagua, tomó protesta al Consejo Directivo de la IWA, Representación México, conformado por: Roberto Olivares, Presidente; Víctor Alcocer Yamanaka, Vicepresidente; Claudia Coria, Secretaria Técnica; Alfonso Gutiérrez, Tesorero; Ricardo Sandoval Minero, Secretario, y Emiliano Rodríguez Briceño, Vocal.

En la Conferencia se logró reunir conocimiento de todo el mundo e intercambiar experiencias e información, permitiendo así la colaboración y construcción de nuevas alianzas. De igual forma, cumple los objetivos de identificar, presentar y debatir experiencias prácticas y ejemplos de cómo las ciudades, industrias y agricultores pueden lograr la neutralidad Agua-Energía, reducir las emisiones de carbono relacionadas con el agua y mejorar la seguridad de este recurso natural.

- *Entrega del Reconocimiento Gonzalo Río Arronte a las mejores prácticas en cobro-pago de agua 2014*

El pasado mes de junio, en el Club de Industriales de la Ciudad de México, la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. (FGRA) entregó el “Reconocimiento Gonzalo Río Arronte a las mejores prácticas en cobro-pago de agua 2014”, el cual consiste en un esquema de estímulos anuales a organismos operadores y distritos de riego de todo el país.

La FGRA solicitó al IMTA desarrollar un sistema de información con datos proporcionados por los organismos operadores y los distritos de riego. Con este acervo, el Comité de Agua de la FGRA, conjuntamente con especialistas del Instituto, generó indicadores estratégicos para evaluar, procesar y analizar las buenas prácticas técnicas y administrativas del cobro y pago del agua con el propósito de reconocer su aplicación y difundir sus características a través de la página www.fgra-cobro-pago.org.mx.

- *Participación en el Análisis de la iniciativa de Ley de Fomento para las Energías Renovables y Eficiencia Energética del Estado de Morelos*

Investigadores del IMTA contribuyeron con valiosas aportaciones para el Proyecto de Ley de Fomento para las Energías Renovables y Eficiencia Energética del Estado de Morelos.

- *Participación del IMTA en la Water Week Latinoamérica (Semana Latinoamericana del Agua)*

Se abordó la seguridad hídrica para México y las Américas en temas de agua y saneamiento, desarrollo sostenible, medio ambiente, salud, educación, gobernanza y variabilidad climática en los sectores local, regional, de gobierno de ministerios, nacional y global, mediante un programa de sesiones plenarias, paneles de discusión y eventos paralelos.

- *Participación del IMTA en el Taller de Políticas Públicas para la implementación del Programa Nacional Hídrico 2014-2018*

El objetivo de los talleres fue establecer un marco teórico común sobre políticas públicas en el proceso de implementación del PNH 2014-2018.

- *Participación del IMTA en la 14ª Reunión Ordinaria de la Comisión de Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados*

La reunión tuvo como objetivo dar seguimiento al proyecto de Programa de Actividades de los Diputados, entre los que se incluyen la revisión del proyecto hidráulico del municipio de Jiutepec, Morelos; la revisión del avance de las plantas de tratamiento de aguas residuales para disminuir el riesgo de inundaciones en Valle de Chalco y recuperar la calidad de la Laguna Tláhuac Xico, Estado de México, así como la revisión del avance de los proyectos hidráulicos del municipio de Centla, Tabasco.

- *Presencia del IMTA en el XXXIV Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental: Aspirando a un Medio Ambiental Sustentable, organizado por la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria (AIDIS)*

Participaron varios especialistas del IMTA con diversas ponencias sobre tratamiento de aguas residuales y potable, calidad del agua, reúso del agua y lodos tratados, políticas hídricas, costeo de obras y proyectos de saneamiento.

- *Participación del IMTA en el Primer Encuentro Iberoamericano de Educación y Cultura del Agua en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*

Dentro de la Cátedra UNESCO-IMTA, junto con la CONAGUA, la Red Latinoamericana de Desarrollo de Capacidades para la Gestión Integrada del Agua (LA WETnet) y la Red Mexicana de Recursos Hídricos (Remerh).

- *Participación del IMTA en el Primer Encuentro Iberoamericano de Educación y Cultura del Agua en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*

Tuvo como objetivo difundir los resultados del diagnóstico realizado por el IMTA, respecto al impacto del programa en los organismos operadores participantes, así como conocer las acciones de buenas prácticas implementadas.

7. PREMIOS Y DISTINCIONES

- *Reconocimiento al IMTA como Oficina de Transferencia de Conocimiento certificada*

El Fondo Sectorial de Innovación Secretaría de Economía-Conacyt (Finnova) otorgó al IMTA el reconocimiento como Oficina de Transferencia de Conocimiento (OTC) certificada.

Entre otras ventajas, la certificación favorece que la OTC tenga acceso a recursos de fondos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y de la Secretaría de Economía para la habilitación comercial de la tecnología, que comprende llevarla desde el desarrollo de prototipos hasta la introducción al mercado, de tal manera que se fortalezcan las capacidades del IMTA y se aumente la cobertura de los beneficios de la tecnología en la sociedad.

- *Otorgamiento al IMTA de una Cátedra Conacyt (tema Ambiente, modalidad individual)*

La Cátedras Conacyt están dirigidas a jóvenes investigadores y su objetivo es incrementar y fortalecer la capacidad de generación, aplicación y transferencia de conocimiento en las áreas prioritarias para el país, mediante la incorporación de investigadores a las instituciones que realizan investigación y formación de capital humano, a quienes se les comisiona con una Cátedra. Al IMTA le fue otorgada esta Cátedra con la incorporación de investigadores que realizan investigación y formación de capital humano con el proyecto *Desarrollo de un sistema modular híbrido de NF (Nanofiltración) y MD (destilación por membrana) asistidos con energía solar*.

- *Premio iAgua 2014*

Como reconocimiento a su labor de difusión para alcanzar los objetivos generales del sector, el IMTA recibió el Premio iAgua 2014 en la categoría “Mejor Centro de Investigación”, en el marco del lanzamiento del Ranking iAgua, celebrado en la Roca Madrid Gallery, Madrid, España.

ANEXOS

1 VINCULACIÓN CON CENTROS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y UNIVERSIDADES

Proyecto	Institución	Objetivo
<i>Vital and viable services for natural resource management in Latin America</i>	Comisión de las Comunidades Europeas y/o Politécnico Di Bari	Diseminar los resultados del proyecto VIVACE, a través de ponencias y presentaciones en foros internacionales.
Formación de los recursos humanos en los campos del conocimiento en Ingeniería Ambiental/Agua, Ingeniería Civil/Hidráulica	Universidad Nacional Autónoma de México	Fortalecer la formación de recursos humanos en los campos del conocimiento en Ingeniería Ambiental/Agua, Ingeniería Civil/Hidráulica, en lo correspondiente a lo que se imparte en el Programa de Posgrado en Ingeniería de la UNAM Campus Morelos.
Proyecto de adaptación de humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático.	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.	Apoyar a México en sus esfuerzos para desarrollar e implementar medidas piloto de adaptación para enfrentar las consecuencias de los impactos climáticos en los humedales costeros del Golfo de México, a través de la aplicación de acciones piloto que proporcionen información sobre los costos y beneficios de enfoques alternativos para reducir su vulnerabilidad.
Programa de Capacitación <i>Soil and Water Conservation</i>	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura	Proporcionar a técnicos de países del Caribe las bases teóricas y conceptuales de la conservación de agua y suelo, con el propósito de que adquieran los elementos técnicos, ambientales y sociales que les permitan realizar la planeación e implementación de acciones en esta materia, en beneficio de la sustentabilidad del agua y recursos asociados como suelo y vegetación en las diversas cuencas hidrológicas de sus países.
Nivelación de precisión en circuitos dentro de la zona de hundimientos del DR 014, Río Colorado, BC	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California	Realizar nivelación de primer orden en dos ocasiones a lo largo de circuitos en la zona de hundimientos del DR 014, Río Colorado, BC
Desarrollo de una tecnología de tratamiento para aguas residuales de la industria de bebidas alcohólicas (Tequila).	Centre De Recherche Industrielle De Quebec	Desarrollar en cuatro etapas una tecnología de tratamiento para las aguas residuales de la industria del tequila. Para 2014: montar y operar sistemas anaerobios bajo diferentes condiciones de operación para el tratamiento de

		aguas residuales de la industria tequilera.
Tercer Curso Internacional sobre Sistemas Naturales de Tratamiento de Aguas y Lodos Residuales, su Reúso y Aprovechamiento (2ª Fase)	Agencia de Cooperación Internacional de Japón, Oficina En México (JICA).	Capacitar a diez participantes en materia de sistemas naturales de tratamiento de aguas y lodos, su reutilización y aprovechamiento.
Sistema de registro de datos climatológicos en el estado de Morelos (2013-2014)	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	Generar una base de datos climatológicos que orienten en la planeación y toma de decisiones para el fortalecimiento de los sistemas producto del estado de Morelos.
Actualización y divulgación de los nuevos escenarios de cambio climático aplicados a México, para fortalecer las capacidades nacionales	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático	Generar material didáctico para implementar un programa de capacitación y asesoría en los alcances, limitaciones e interpretación de escenarios de cambio climático actualizados y regionalizados a México para una mejor comprensión del estado del arte en el tema.

2 ADMINISTRACIÓN

PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2014			
FLUJO DE EFECTIVO			
PRODUCTORAS DE BIENES Y SERVICIOS			
(Pesos)			
I N G R E S O S		E G R E S O S	
CONCEPTO	MONTO	CONCEPTO	MONTO
TOTAL DE RECURSOS	799.092.589	TOTAL DE RECURSOS	799.092.589
DISPONIBILIDAD INICIAL	135.164.142	GASTO CORRIENTE	545.242.280
		SERVICIOS PERSONALES	184.140.012
		MATERIALES Y SUMINISTROS	31.371.511
CORRIENTES Y DE CAPITAL	401.429.615	SERVICIOS GENERALES	306.554.925
VENTA DE BIENES	493.715		
		OTRAS EROGACIONES	23.175.832
VENTA DE SERVICIOS	387.166.387		
		INVERSIÓN FÍSICA	45.501.328
INGRESOS DIVERSOS	13.769.513	BIENES MUEBLES E INMUEBLES	34.065.487
		OTRAS EROGACIONES	11.435.840
SUBSIDIOS Y TRANSFERENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL	262.498.832	SUMA DE EGRESOS DEL AÑO	590.743.608
SUBSIDIOS CORRIENTES	0		
CORRIENTES	262.498.832	DISPONIBILIDAD FINAL	208.348.981
SERVICIOS PERSONALES	184.140.012		
MATERIALES Y SERVICIOS	78.358.820		

3 PROYECTOS 2014 QUE CONFORMAN ESTRATEGIAS INTEGRALES DE ATENCIÓN

El IMTA ha desarrollado una serie de proyectos que, de manera integral, atienden problemáticas incorporando el criterio natural del espacio físico asociado al territorio, así como su dinámica social, económica y ambiental. Al mismo tiempo, se genera una aproximación multidisciplinaria al involucrarse diversas áreas técnicas del instituto. Este enfoque ha permitido obtener los casos más logrados de gestión integral del agua y enfoques transversales que permiten a las diferentes disciplinas articular la información, habilidades y conocimiento de los expertos para así colaborar en la solución de problemas complejos.

Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro	
Clave	Nombre del proyecto
HC1430.3	Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro. 1ª Etapa (Suministro de aguas a comunidades rurales marginales urbanas).
RD1416.3	Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro (Medidas de ahorro de agua para riego).
RD1417.3	Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro. 1ª Etapa (Componente de reúso del agua tratada).
TC1407.3	Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro. 1ª Etapa (Caudal ecológico y calidad del agua).
TC1421.3	Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro. 1ª Etapa (Aguas residuales).
TH1415.3	Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro (Programas para la sustentabilidad hídrica).

Investigación y desarrollo tecnológico para sanear las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla, en el estado de Morelos con enfoque holístico.	
Clave	Nombre del proyecto
TC1402.1	Métodos analíticos para determinación de compuestos emergentes en agua.
TC1403.1	Estrategia para potabilización de agua en las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla, Morelos, con un enfoque holístico.
TC1404.1	Tecnologías para la remoción de contaminantes emergentes, nutrientes y producción de energía en aguas y lodos residuales para cuencas hidrográficas del estado de Morelos.
TC1405.1	Indicadores de integridad ecológica y salud ambiental para las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla, Morelos.

Programa Nacional Hídrico	
Clave	Nombre del proyecto
CP1422.3	Mecanismo y soporte para la coordinación y supervisión del proyecto de implementación del Programa Nacional Hídrico 2014.
CP1423.3	Desarrollo e implementación de contenidos de la estrategia de comunicación directa del Programa Nacional Hídrico durante 2014.
TH1427.3	Diseño de indicadores para el seguimiento y evaluación del PNH 2014-2018.
CP1425.3	Políticas públicas para la implementación del Programa Nacional Hídrico.
CP1424.3	Propuesta de mecanismo y soporte para la coordinación multisectorial e intrainstitucional, para avanzar en la sustentabilidad hídrica nacional.

Manejo integral del agua en la cuenca de la laguna de Tixtla, Guerrero	
Clave	Nombre del proyecto
TH1421.3	Proyecto integral para manejo del agua en la cuenca de la laguna de Tixtla (Formulación de proyecto integral).

TC1435.3	Proyecto integral para manejo del agua en la cuenca de la laguna de Tixtla (Evaluación y monitoreo de planta de tratamiento).
TC1439.3	Proyecto integral para el manejo del agua en la cuenca de la laguna de Tixtla (Saneamiento).
TC1436.3	Manejo integral de las aguas de la cuenca de la laguna de Tixtla, Guerrero (Evaluación de la calidad del agua en la laguna).

Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán	
Clave	Nombre del proyecto
HC1328.4	Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán.
CP1128.5	Vulnerabilidad social y construcción de capacidades para la adaptación al cambio climático. Una propuesta con enfoque de género en Yucatán.

4 CATÁLOGO DE PROYECTOS DESARROLLADOS (DICIEMBRE 2014)

Objetivo 1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua

CP1412.1	Visor de información de telemetría.
CP1128.5	Vulnerabilidad social y construcción de capacidades para la adaptación al cambio climático. Una propuesta con enfoque de género en Yucatán.
DP1405.1	Evaluación financiera para incrementar la producción actual de una zona de riego mediante el aumento del aprovechamiento del agua sin construir nueva infraestructura de almacenamiento.
DP1406.1	Diagnóstico de derecho humano al agua y los conflictos sociales asociados.
DP1407.1	Análisis del ciclo de inversiones en el ámbito federal del sector agua.
DP1408.1	Metodología para el Diagnóstico del capital humano del sector y prueba piloto.
DP1431.6	Modelación numérica de la circulación de la Bahía de Todos Santos, BC., México.
HC1334.5	Modelación y diseño de redes de agua potable con demanda estocástica integrados con sistema de información geográfica.
HC1411.1	Monitoreo del nivel del agua con un Lidar inclinado.
HC1412.1	Sistema de telemetría para la transmisión y despliegue de datos en tiempo real del gasto (Q) de medidores en canales y presas.
HC1413.1	Desarrollo de un modelo físico y numérico para el estudio del impacto de estructuras sumergidas para la protección de la zona costera.
HC1414.1	Estudios y desarrollo tecnológico en áreas periurbanas.
HC1416.1	Desarrollo de instrumentación de campo aplicada al monitoreo de estructuras hidráulicas para seguridad estructural.
HC1417.1	Micromodelos, una herramienta para el estudio de procesos fluviales en laboratorio.
HC1427.4	Sistema de captación de agua de lluvia en escuelas rurales.
HC1428.4	Proyecto piloto de sistema de captación de agua de lluvia para riego.
HC1432.3	Estudio en modelo físico del funcionamiento hidráulico del túnel Tecorito del canal principal Humaya, Culiacán Sinaloa.
HC1448.3	Estudio geohidrológico y de escorrentía para la prevención de inundaciones en la zona de Puerto Morelos
HC1449.3	Modelación de la hidrodinámica del río Hondo y campaña de mediciones en la cuenca internacional del río Hondo.
HC1450.3	Estudio en el modelo físico del vertedor de la presa de almacenamiento Turuachi, municipio de Guadalupe y Calvo, en el estado de Chihuahua.
HC1453.3	Estudio geohidrológico y de escorrentía para la prevención de inundaciones en zonas aledañas a la Laguna del Manatí.
RD1402.1	Drenaje parcelario y sistemas de bombeo con energía alternativa para mitigar y controlar el ensalitramiento en suelos agrícolas.
RD1403.1	Diseño y aplicación de riego por gravedad.
RD1404.1	Desarrollo, innovación y adaptación de tecnología alternativa para el uso eficiente del agua y la energía en microcuencas.
RD1405.1	Riego de precisión: Diseño, aplicación y evaluación.

RD1406.1	Desarrollo, adaptación y transferencia de sistemas y equipos para la medición volumétrica del agua a nivel parcelario e interparcelario.
RD1407.1	Drones y sistemas de información geográfica en la ingeniería hidroagrícola.
TC1355.4	Desarrollo de una tecnología de tratamiento para aguas residuales de la industria de bebidas alcohólicas (Tequila).
TC1402.1	Métodos analíticos para determinación de compuestos emergentes en agua.
TC1403.1	Estrategia para potabilización de agua en las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla, Morelos, con un enfoque holístico.
TC1404.1	Tecnologías para la remoción de contaminantes emergentes, nutrientes y producción de energía en aguas y lodos residuales para cuencas hidrográficas del estado de Morelos.
TC1405.1	Indicadores de integridad ecológica y salud ambiental para las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla, Morelos.
TC1414.6	Investigar y modelar la cantidad y calidad del agua en la región fronteriza México-Estados Unidos de América, con enfoque al control de las descargas de aguas residuales.
TC1420.6	Impacto de las actividades humanas en la calidad del agua del río Hondo, Quintana Roo.
TC1443.4	Investigation of the Impact of <i>Arundo donax</i> in México and Evaluation of Candidate Biological Control Agents.
TH1402.1	Construcción de curvas de costos por daños por inundación a las zonas agrícolas e infraestructura urbana y red carretera del país.
TH1404.1	Optimización, calibración y validación por intercomparación de mediciones de un analizador láser de isótopos estables de hidrógeno y oxígeno en muestras de agua natural.
TH1407.1	Estudio del impacto de fuentes alternativas de generación eléctrica para la reducción de gases de efecto invernadero.
TH1410.1	Aportación de las circulaciones generales a la precipitación en México.
TH1413.3	Estimación de impactos de viento superficial, humedad relativa, humedad específica y presión superficial en un período histórico y bajo escenarios de cambio climático en dos períodos futuros.
TH1429.3	Verificación de los pronósticos de precipitación máxima, de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional.
TH1430.3	Desarrollo de herramientas para la incorporación de observaciones meteorológicas nacionales al esquema de asimilación de datos del Sistema de Pronóstico Operativo de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, con el modelo WRF.
TH1431.2	Desarrollo de una herramienta de pronóstico estacional con fines agrícolas para la precipitación y el escurrimiento: Estudio piloto en una cuenca del noroeste de México.
TH1447.3	Actualización del estudio geohidrológico del acuífero Tomatlán (1424), en el estado de Jalisco.

Objetivo 2. Formar capital humano especializado para la profesionalización y productividad del sector hídrico

CP1426.1	Desarrollo de material didáctico para dos cursos sobre cultura del agua.
CP1427.1	Desarrollo de proyecto interno de cultura del agua en el IMTA.
CP1428.3	Estrategia de Difusión y Promoción para el Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego del Estado de Zacatecas 2014.

CP1429.3	Producción y difusión de materiales didácticos relacionados con el funcionamiento de los distritos de riego durante 2014.
CP1434.3	Planes de Seguridad de Agua para Zacatecas.
CP1435.3	Programa de actualización para personal de Espacios de Cultura del Agua del Estado de Chiapas.
DP0520.6	Maestría y Doctorado en Gestión Integral del Agua en Cuencas y Acuíferos del Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua.
DP1409.1	Programa de Educación Continua y a Distancia.
DP1410.1	Operación de los programas de posgrado del IMTA.
DP1421.1	Operación de los centros de capacitación del IMTA: Jiutepec, Morelos y San Roque, NL.
DP1433.6	Maestría y Doctorado en Ciencias del Agua, área de concentración Hidrología y Meteorología operativa, en la modalidad de educación a distancia.
DP1435.3	Diseño e impartición de los cursos técnicos hídricos 2014, para la formación de los servidores públicos de la Comisión Nacional del Agua a nivel nacional y nivel regional hidrológico administrativo.
HC1418.1	Desarrollo y actualización de materiales y recursos humanos para la transferencia de tecnologías apropiadas.
HC1420.4	Espacios de educación ambiental y cultura del agua.
HC1421.4	Control de malezas acuáticas y recuperación de las especies emblemáticas.
HC1423.4	Fortalecimiento a la transferencia de tecnologías apropiadas.
HC1424.4	Seguimiento, transferencia y rehabilitación de humedales artificiales.
RD1232.3	Desarrollo y transferencia de tecnología propia para la operación del módulo Santa Rosa del DR. 075, Valle del Fuerte, Sinaloa.
RD1420.3	Programa de Capacitación Soil and Water Conservation
TC1437.3	Segunda Conferencia Panamericana de Sistemas de Humedales para el Manejo, Tratamiento y Mejoramiento de la Calidad del Agua.
TC1448.4	Tercer Curso Internacional sobre Sistemas Naturales de Tratamiento de Aguas y Lodos Residuales, su Reúso y Aprovechamiento (2ª Fase)
TH0534.6	Maestría y doctorado en Hidrometeorología y Meteorología Operativa del Posgrado en Ciencias del Agua, modalidad de educación a distancia (etapa 6 de 8).

Objetivo 3. Desarrollar instrumentos que apoyen la política hídrica y administración del agua para contribuir a un crecimiento verde incluyente

CA1402.3	Implementación de la Estrategia Internacional del Programa Nacional Hídrico 2014-2018
CA1403.3	Diagnóstico de las capacidades y situación tecnológica del Sector Hídrico
CA1405.3	Servicios Integrales el "Fortalecimiento de la Institucionalidad de la Agenda Hídrica Nacional en el Contexto Internacional"
CE1101.9	Proyecto de adaptación de humedales costeros del Golfo de México, ante los impactos del cambio climático.
CP1424.3	Propuesta de mecanismo y soporte para la coordinación multisectorial e intrainstitucional, para avanzar en la sustentabilidad hídrica nacional.
CP1425.3	Políticas públicas para la implementación del Programa Nacional Hídrico.

DP1402.1	Propuesta de actualización de los procedimientos de administración del agua "CNA-01-003 Concesión de aprovechamiento de aguas superficiales" y "CNA-01-004 Concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas", competencia de Administración del Agua.
DP1403.1	Metodología para el análisis de riesgo de efectos del cambio climático en agua potable.
DP1404.1	Análisis del impacto de incrementos tarifarios en la calidad del servicio de agua potable.
DP1423.1	Diagnóstico para la caracterización de funciones normalizadas en el sector hídrico.
HC1233.6	Estudio de riesgos de inundaciones en zonas urbanas de la República Mexicana.
HC1430.3	Programa de manejo integral de las aguas nacionales en el estado de Querétaro (1ª Etapa).
HC1431.3	Programa Técnico y Financiero para Modernizar el Servicio de la Red Hidrométrica de la Conagua, a nivel nacional
HC1433.3	Actualización técnica y modernización del manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS)(2ª etapa).
HC1435.3	Actualización de las Reglas de Operación y Manuales de Operación y Procedimientos para los Programas de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, a cargo de la Comisión Nacional del Agua.
HC1436.3	Evaluación de los resultados del Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU), durante el periodo 2009-2013 y propuesta para su fortalecimiento.
HC1437.3	Impacto de los resultados del Programa de Tratamiento De Aguas residuales (PROTAR) durante el periodo 2009-2013 y propuesta para su fortalecimiento.
HC1447.3	Diagnóstico del Programa de Mejoramiento de Eficiencias de Organismos Operadores(PROME) e Impacto de los Resultados en los Organismos Operadores Participantes durante el Periodo 2010-2013 y Propuestas para su Fortalecimiento
HC1451.3	Propuesta para el Mejoramiento de la Operación del Programa de Devolución de Derechos (PRODDER)
RD1416.3	Programa de manejo integral de las aguas nacionales en el estado de Querétaro.
RD1417.3	Programa de manejo integral de las aguas nacionales en el estado de Querétaro. 1ª etapa (Componente de reúso del Agua tratada-SCyDA).
TC1407.3	Programa de manejo integral de las aguas nacionales en el estado de Querétaro (Caudal Ecológico y Calidad del Agua).
TC1421.3	Programa de manejo integral de las aguas nacionales en el estado de Querétaro. Aguas residuales.
TC1440.3	Impulso y crecimiento de las acciones del Programa de Agua Limpia (PAL) para el bienestar y salud de la población
TC1452.3	Impacto de los resultados del Programa de Tratamiento de Aguas Residuales (PROTAR)durante el periodo 2009-2013 y propuestas para su fortalecimiento
TH1415.3	Programa de Manejo Integral de las Aguas Nacionales en el Estado de Querétaro.
TH1416.3	Evaluación del riesgo de inundación a través del cálculo del DAE municipal-regional (RH), y elaboración de tres programas de prevención contra contingencias hidráulicas para tres ciudades/cuencas prioritarias.
TH1418.3	Proyecto de coordinación, seguimiento, supervisión, integración y análisis del programa de medidas para prevenir y enfrentar la sequía (etapa 2 de 6), sistema de seguimiento y evaluación del Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS), metodologías para para estimar la vulnerabilidad social y sectorial ante la sequía, diseño de la campaña de comunicación, información y divulgación de los PMPMS, y edición e impresión de la segunda versión de los PMPMS.
TH1419.3	Catálogo primario de proyectos.

TH1427.3	Diseño de indicadores para el seguimiento y evaluación del Programa Nacional Hídrico 2014-2018.
TH1432.3	Actualización y divulgación de los nuevos escenarios de cambio climático, aplicados a México para fortalecer las capacidades nacionales.
TH1433.3	Proyecto de coordinación, seguimiento, supervisión, integración y análisis del Programa de Medidas para Prevenir y Enfrentar la Sequía (etapa 2 de 6): Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS), en el Consejo de Cuenca Río Bravo.
TH1445.3	Proyecto de coordinación, seguimiento, supervisión, integración y análisis del programa de medidas para prevenir y enfrentar la sequía (etapa 2 de 6): Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS), en el Consejo de Cuenca Balsas.

Objetivo 4. Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua

CP1325.4	Desarrollo del sistema informático para la gestión de información sobre el cobro-pago del agua en México.
CP1422.3	Mecanismo y soporte para la coordinación y supervisión del proyecto de implementación del Programa Nacional Hídrico 2014.
CP1423.3	Desarrollo e implementación de contenidos de la estrategia de comunicación directa del Programa Nacional Hídrico, durante 2014.
CP1432.3	Desarrollo del nuevo portal web, de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional.
DP1425.3	Fortalecimiento de la capacidad institucional para elaboración de proyectos de registro de obras en zona de libre alumbramiento.
DP1426.3	Fortalecimiento de la capacidad institucional para la atención de solicitudes de trámite hasta su inscripción en el Registro Público de Derechos de Agua, calificación de actas de visita, inicio de procedimientos administrativos y emisión de resoluciones administrativas.
DP1427.3	Fortalecimiento de la capacidad institucional para la atención de solicitudes de trámite hasta su inscripción en el registro público de derechos de agua, calificación de actas de visita, inicio de procedimientos administrativos y emisión de resoluciones administrativas.
DP1428.3	Fortalecimiento de la capacidad institucional para la atención de solicitudes de trámite hasta su inscripción en el registro público de derechos de agua, calificación de actas de visita, inicio de procedimientos administrativos y emisión de resoluciones administrativas.
DP1436.3	Revisión de trabajos asociados a las visitas de campo a usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes
HC1232.4	Sistemas de información para incentivar el cobro-pago del agua.
HC1328.4	Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán.
HC1329.3	Elaboración de estudios, proyecto ejecutivo para la estabilización del suelo y prevención de falla estructural en la rampa y túnel del vado de Atemajac, ubicado en la Línea 1 del tren eléctrico urbano, municipio de Guadalajara, Jalisco.
HC1333.4	Diagnóstico integral de planeación y modelación hidráulica en las cabeceras municipales de Campeche (Campeche), Benito Juárez (Cancún) y Mérida (Mérida).
HC1346.3	Diagnóstico técnico y operativo de estaciones de medición y control existentes instaladas en pozos, tanques, plantas de bombeo y rebombeo en la red de conducción y distribución de agua potable de la Ciudad de México.

HC1356.3	Estudio de sectorización de la red de distribución de agua potable en Morelia.
HC1406.3	Elaboración del diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del organismo público descentralizado para la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento del municipio de Lerma, Estado de México.
HC1407.3	Elaboración del diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del organismo descentralizado de agua potable, alcantarillado y saneamiento del municipio de Chalco, Estado de México.
HC1408.3	Elaboración del diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del organismo público descentralizado para la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento del municipio de san mateo Atenco, Estado de México.
HC1409.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del organismo público descentralizado para la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento del municipio de Metepec, Estado de México.
HC1422.4	Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro (Etapa 4).
HC1425.4	Acciones de eficiencia de los OOAPAS ribereños.
HC1426.4	Prácticas y obras para la repoblación forestal y conservación de suelos.
HC1429.4	Abastecimiento por captación de la precipitación pluvial en una comunidad indígena autogobernada de Michoacán.
HC1434.3	Proyecto ejecutivo del acueducto para abastecimiento de agua a Frontera y localidades ribereñas entre Arroyo Polo y Chichicastle, municipio de Centla, Tabasco.
HC1438.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del Sistema Operador de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del municipio de San Pedro Cholula, Puebla.
HC1439.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial de la Comisión de Agua y Alcantarillado del municipio de Tulancingo de Bravo, Hidalgo.
HC1440.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del Sistema Municipal de Agua y Saneamiento de Sabinas, Coahuila.
HC1441.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial de la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa, Veracruz.
HC1442.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial de la Comisión de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Manzanillo, del municipio de Manzanillo, Colima.
HC1443.3	Mantenimiento de 47 Sistemas de medición instalados en 27 Presas y cinco en trasvasos del total de presas empleadas para riego agrícola, y apoyo técnico para la supervisión en el mantenimiento correctivo y preventivo de 175 puntos de medición instalados en canales de distritos de riego a cargo de la Conagua.
HC1444.3	Estudios para la caracterización y diagnóstico de la seguridad de 11 presas en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Tamaulipas, clasificadas con alto riesgo, año 2014.
HC1445.3	Estudio en modelo físico del vertedor de la presa de almacenamiento Santa María, municipio de El Rosario, en el estado de Sinaloa.
HC1454.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali, Baja California.
HC1456.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Tlalnepantla de Baz
HC1457.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial de la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Victoria, Tamaulipas
HC1458.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca, Morelos
HC1459.3	Plan rector en materia de agua para la gestión sustentable de las cuencas del sistema Cutzamala. Primera Etapa

HC1460.3	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del sistema de Agua y Saneamiento Metropolitano Veracruz, Boca del Río y Medellín
HC1461.3	Supervisión de Avance de Acciones del Programa de Modernización de Áreas Comerciales de los Organismos Operadores de Lerma, Metepec, Chalco, Loreto y Los Cabos
HC1493.3	Ingresos propios por servicio de evaluación de medidores.
HC1495.3	Ingresos propios de caracterización de molinetes de particulares y evaluación de equipos.
RD1331.3	Asesoría para la supervisión de la entrega volumétrica a una sección del módulo de riego I-1 Bamoa del Distrito de Riego 063 Guasave, Sinaloa, durante el ciclo agrícola 2013-2014.
RD1332.3	Asesoría para la supervisión de la entrega volumétrica a una sección de riego del módulo de riego II-2 Tetameche del Distrito de Riego 063 Guasave, Sinaloa, durante el ciclo agrícola 2013-2014.
RD1409.3	Diagnóstico freaticométrico y de calidad del agua para riego en el rancho Polvoxal, Estado de Campeche.
RD1410.3	Control integral de maleza acuática en la infraestructura hidroagrícola de los embalses que integran el Sistema Humaya, del Distrito de Riego 010, Culiacán-Humaya, Sinaloa.
RD1411.3	Determinación de eficiencia electromecánica de 1,500, equipos de bombeo, mediante pruebas de campo en pozos agrícolas del estado de Zacatecas.
RD1412.3	Elaboración de proyectos ejecutivos de sobre-elevación del canal principal Humaya, estructuras de control, estructuras tipo de cruce y derivación.
RD1413.3	Localización geográfica y caracterización de Unidades de Riego con diferente tipo de fuente de abastecimiento, con una cobertura de 107,142 hectáreas distribuidas en el Estado de Zacatecas y contar con una herramienta de planeación para el desarrollo integral y sustentable de las unidades de riego.
RD1419.3	Actualización de anexos técnicos de obras de conservación.
RD1421.3	Integración y generación del informe estadístico 2012-2013, con apoyo de los sistemas informáticos PLAN-DR Y SISTAG-CNA.
RD1422.3	Implementar acciones para incorporar 50 mil hectáreas al proyecto riego por gravedad Tecnificado, en 2014, En los distritos de riego ubicados en el Estado de Sinaloa, 011 Alto Río Lerma, Guanajuato y 043 Estado de Nayarit.
RD1423.3	Proyecto ejecutivo integral de drenaje agrícola, anteproyecto de modernización del riego y actualización del padrón de usuarios en las unidades de riego Camargo y San Francisco de Conchos, en el Estado de Chihuahua.
RD1424.3	Acciones de manejo integral de zonas agrícolas del DR 056, con suministro de energía renovable.
RD1425.3	Diagnóstico del estado de conservación de las cuencas de la presa Jaltipan y de la laguna de Tixtla y propuesta de recuperación forestal.
RD1426.3	Supervisión del estudio y proyecto ejecutivo para el revestimiento o entubamiento de canales y sus estructuras en los Módulos de Riego I, II Y III, y de riego presurizado para 600.00 ha, en el Módulo de Riego III, municipios de Acuña y Jiménez, estado de Coahuila.
RD1427.3	Nivelación de precisión en circuitos dentro de la zona de hundimientos del DR 014, Río Colorado, BC.
TC1335.3	Estudio de factibilidad de la remediación del acuífero Cuautitlán-Pachuca, localmente contaminado por cromo en la zona de Lechería, municipio de Tultitlán, Estado de México.
TC1353.3	Estudio de tratabilidad de aguas residuales con alto contenido de sólidos suspendidos mediante coagulación-floculación-sedimentación y biorreactor con biomasa inmovilizada.
TC1367.3	Diagnóstico y evaluación de propuestas para el control de especies acuáticas invasoras en el DR. 038 Río Mayo, Sonora.
TC1369.3	Asistencia técnica para la licitación, construcción, puesta en marcha y evaluación de una planta a pie de pozo para la remoción de cromo, en el municipio de Tultitlán, Estado de México.

TC1406.3	Evaluación del sistema de reciclado de sólidos (SRS) en una PTAR de tratamiento biológico.
TC1408.3	Selección de trenes de tratamiento e ingeniería básica para potabilizar 26 fuentes de abastecimiento y elaboración de proyectos de seis plantas potabilizadoras en la Comarca Lagunera, estado de Coahuila de Zaragoza.
TC1409.3	Selección de trenes de tratamiento e ingeniería básica para potabilizar 21 fuentes de abastecimiento en la Comarca Lagunera, estado de Durango.
TC1425.3	Asistencia técnica para las etapas de construcción, puesta en marcha y seguimiento de la operación de la planta para potabilizar agua de la mina del Cerro Proaño, en la cabecera municipal de Fresnillo, Zacatecas.
TC1429.3	Estudio y diagnóstico de 158 plantas de tratamiento de aguas residuales en el estado de Chiapas.
TC1430.3	Estudios hidrológicos y de calidad del agua en el río Omitlán, Guerrero.
TC1433.3	Asistencia técnica para las etapas de construcción, puesta en marcha e inicio de la operación de dos plantas para potabilizar agua en Morelos.
TC1434.3	Proyecto Ejecutivo del acueducto para abastecimiento de agua a frontera y localidades ribereñas entre Arroyo Polo y Chichicastle, Municipio de Centla, Tabasco.
TC1435.3	Proyecto integral para manejo del agua en la cuenca de la laguna de Tixtla.
TC1436.3	Manejo integral de las aguas de la cuenca de la laguna de Tixtla, Gro. (Evaluación de la calidad del agua en la laguna).
TC1438.3	Asesorar al Laboratorio Biogen, S.A. de C.V. en la elaboración, implementación y validación de protocolos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua a partir de metodologías cromatográficas, espectrofotométricas, gravimétricas y microbiológicas basadas en normativas nacionales e internacionales.
TC1439.3	Proyecto integral para el manejo del agua en la cuenca de la laguna de Tixtla (Saneamiento).
TC1441.3	Estudio geohidrológico para la elaboración de dictámenes técnicos en campo, en el estado de Guanajuato.
TC1442.3	EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS INTRADOMICILIARIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
TC1444.3	Evaluación de un tratamiento químico integral basado en iones de plata en la torre de enfriamiento de la Unidad 1 de la Central Termoeléctrica Valle de México.
TC1445.3	Evaluación de un tratamiento químico integral para incrementar los ciclos de concentración en la torre de enfriamiento de la Unidad 2 de la Central Termoeléctrica Carbón II.
TC1446.3	Evaluación de un programa de tratamiento químico integral que permita incrementar la concentración de la sílice y, en consecuencia, incrementar los ciclos de concentración en el agua de circulación de la torre de enfriamiento de la U-3 de la Central Termoeléctrica Salamanca, teniendo como beneficio ahorro de agua y de productos químicos.
TC1447.3	Evaluación de un tratamiento químico integral para incrementar los ciclos de concentración en la torre de enfriamiento de la U-2 de la central Termoeléctrica Mérida II.
TC1450.3	Determinación del origen de la contaminación en pozos de los ramales Santa Catarina, Tláhuac (Netzahualcóyotl) y Mixquic-Santa Catarina, y estudio de alternativas de tratamiento para entrega de agua potable en los puntos denominados: Viveros, Cuenca Lechera, Villa Centroamericana, Liconsa y Hospital Psiquiátrico, Distrito Federal.
TC1451.4	Servicios de consultoría al Programa de Protección Ambiental Municipal, México.
TC1453.3	Riesgos sanitarios asociados con inundaciones en la infraestructura hidráulica en el municipio de centro del estado de Tabasco.

TC1454.3	Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de las aguas de laboreo de la mina La Platosa, para el abastecimiento de agua potable a los municipios de Tlahualilo, Mapimí y Gómez Palacio, Durango.
TC1455.3	Dictamen de factibilidad ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Las Cruces, en el estado de Nayarit.
TC1456.3	Programa de Monitoreo de las Condiciones Ambientales en la Laguna Valle de las Garzas y Laguna San Pedrito, Manzanillo, Colima (Año 5).
TH1405.1	Red de monitoreo automática de niveles piezométricos del acuífero de Cuatrociénegas, Coahuila.
TH1408.1	Implementación de un Sistema de Información Climática aplicado a la gestión de riesgo agrícola en el estado de Morelos.
TH1409.1	Sistema de Pronóstico Numérico de Oleaje para las costas Mexicanas utilizando modelos acoplados.
TH1317.3	Estudio de factibilidad de la remediación del acuífero Cuautitlán-Pachuca, localmente contaminado por cromo en la zona de Lechería, municipio de Tultitlán, Estado de México.
TH1330.3	Elaboración de una propuesta para el control de cargas de nutrientes en el área de influencia del proyecto de la presa y sistema de bombeo Purgatorio-Arcediano.
TH1331.4	Sistema de registro de datos climatológicos en el estado de Morelos (2013-2014).
TH1420.3	Servicios de mantenimiento preventivo, correctivo y calibración de sensores de la Red de Estaciones Meteorológicas del IMT (2ª Fase).
TH1421.3	Proyecto integral para manejo del agua en la cuenca de la laguna de Tixtla.
TH1422.3	Proyecto ejecutivo de pozos radiales en los sitios de la Isla 1 e Isla 2, así como su interconexión con la infraestructura actual de abastecimiento, municipio de Centro, Tabasco.
TH1423.3	Impacto en la red de drenaje natural del proyecto ejecutivo de la vialidad "Escénica alterna Acapulco".
TH1424.3	Análisis hidrogeológico regional y caracterización geoquímica e isotópica de los flujos de agua subterránea de los acuíferos profundos de la cuenca del valle de México.
TH1425.3	Estudios hidrológicos y de calidad del agua en el río Omitlán, Guerrero.
TH1435.3	Estudio geohidrológico y de escorrentía para la prevención de inundaciones en la zonas aledañas a la laguna de Manatí, en Cancún, Quintana Roo.
TH1436.3	Estudio geohidrológico y de escorrentía para la prevención de inundaciones en la zona costera de Puerto Morelos.
TH1437.3	Evaluación en la disponibilidad conforme a la norma NOM-011-CNA-2000 para el abastecimiento de la ZCG.
TH1440.3	Estudio hidrológico para el pronóstico en ríos en cuencas del Organismo de Cuenca Pacífico Sur.
TH1441.3	Determinación del origen de la contaminación en pozos de los ramales Santa Catarina, Tláhuac (Netzahualcóyotl) y Mixquic-Santa Catarina, Distrito Federal.
TH1443.3	Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de las aguas de laboreo de la mina La Platosa, para el abastecimiento de agua potable a los municipios de Tlahualilo, Mapimí y Gómez Palacio, Durango.

Objetivo 5. Difundir información y conocimiento científico y tecnológico en materia de agua para contribuir a una participación informada de la sociedad mexicana

CP1406.1	Pueblos indígenas y su relación con el agua en México.
----------	--

CP1407.1	Observatorio de conflictos por el agua en México.
CP1408.1	Edición del libro <i>Rius y el agua</i> .
CP1409.1	Edición de la revista de divulgación <i>Agua Simple</i> .
CP1410.1	Videoteca digital IMTA (1ª etapa).
CP1411.1	Aplicaciones móviles de información sobre agua y medio ambiente.
CP1414.2	Aplicación de tecnologías de información y comunicación.
CP1415.1	Cátedra UNESCO-IMTA.
CP1416.2	Producción audiovisual.
CP1417.2	Programa Editorial.
CP1418.2	Diseño y producción gráfica del IMTA.
CP1419.2	Operación del auditorio del IMTA José Antonio Maza Álvarez.
CP1420.1	Edición de la revista <i>Tecnología y Ciencias del Agua</i> .
CP1421.2	Administración del Centro de Conocimiento del Agua.
DP1424.1	Biblioteca digital del agua.
DP1429.1	Digitalización de la mapoteca: primera etapa.
HC1415.1	Indicadores de gestión prioritarios en organismos operadores.
TC1427.3	Elaboración del libro <i>Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos de oxidación bioquímica con biomasa suspendida</i> , para el MAPAS.
TC1428.3	Elaboración del libro <i>Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Procesos de oxidación bioquímica con biomasa fija</i> , para el MAPAS.
TC1431.3	Elaboración del libro <i>Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales: procesos avanzados con fines de reúso</i> .
TC1432.3	Elaboración del libro <i>Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales: Tratamiento y disposición de lodos</i> .
TC1449.3	Elaboración del libro <i>Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Procesos anaerobios</i> .
TH1406.1	Actualización y mejora de una plataforma computacional, que incluye información geográfica y documental sobre cambio climático en México.
TH1412.2	Geoportal para acceso y consulta de información del acervo institucional de información geográfica.
TH1426.3	Actualización y mantenimiento del sistema informático y de la información estadística y geográfica del SINA.

Objetivo 6. Consolidar la cooperación técnica internacional del IMTA en materia de agua

CP0925.4	Vital and viable services for natural resource management in Latin America.
CP1126.7	Asistencia técnica para la introducción de tecnologías apropiadas de saneamiento en la operación del Programa Hábitat-Sedesol de la Secretaría de Desarrollo Social.
DP1422.1	Seguimiento del Fondo de Adaptación para financiamiento del proyecto presentado por el INECC.

RD1418.4	Prestación de servicios tecnológicos en manejo de recursos hídricos en países de Centroamérica.
TC1371.4	Mejoramiento de las condiciones sanitarias en tres escuelas periurbanas con escasos recursos hídricos y económicos en el Estado de México (2ª parte).
TH1403.1	Programa Hidrológico Internacional.

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA