

# INFORME ANUAL

## IMTA 2016



CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA  
PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA







## Presentación

1. El IMTA en México
2. 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 2016 que conforman estrategias integrales de atención
4. Catálogo de proyectos desarrollados (diciembre 2016)





## El IMTA en México

---





# El IMTA en síntesis

---



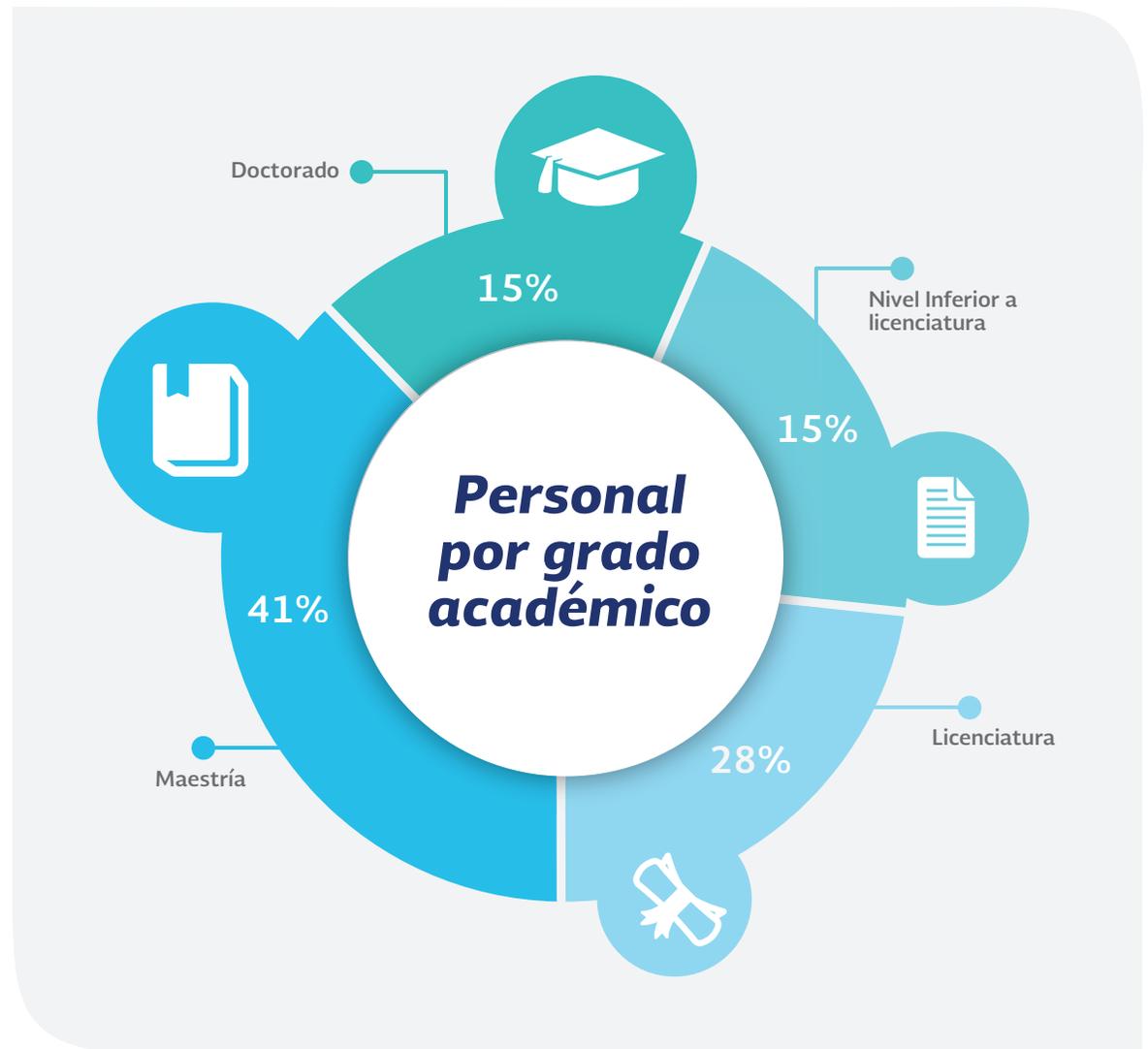
## POTENCIAL HUMANO

Personal por nivel de puesto



## POTENCIAL HUMANO

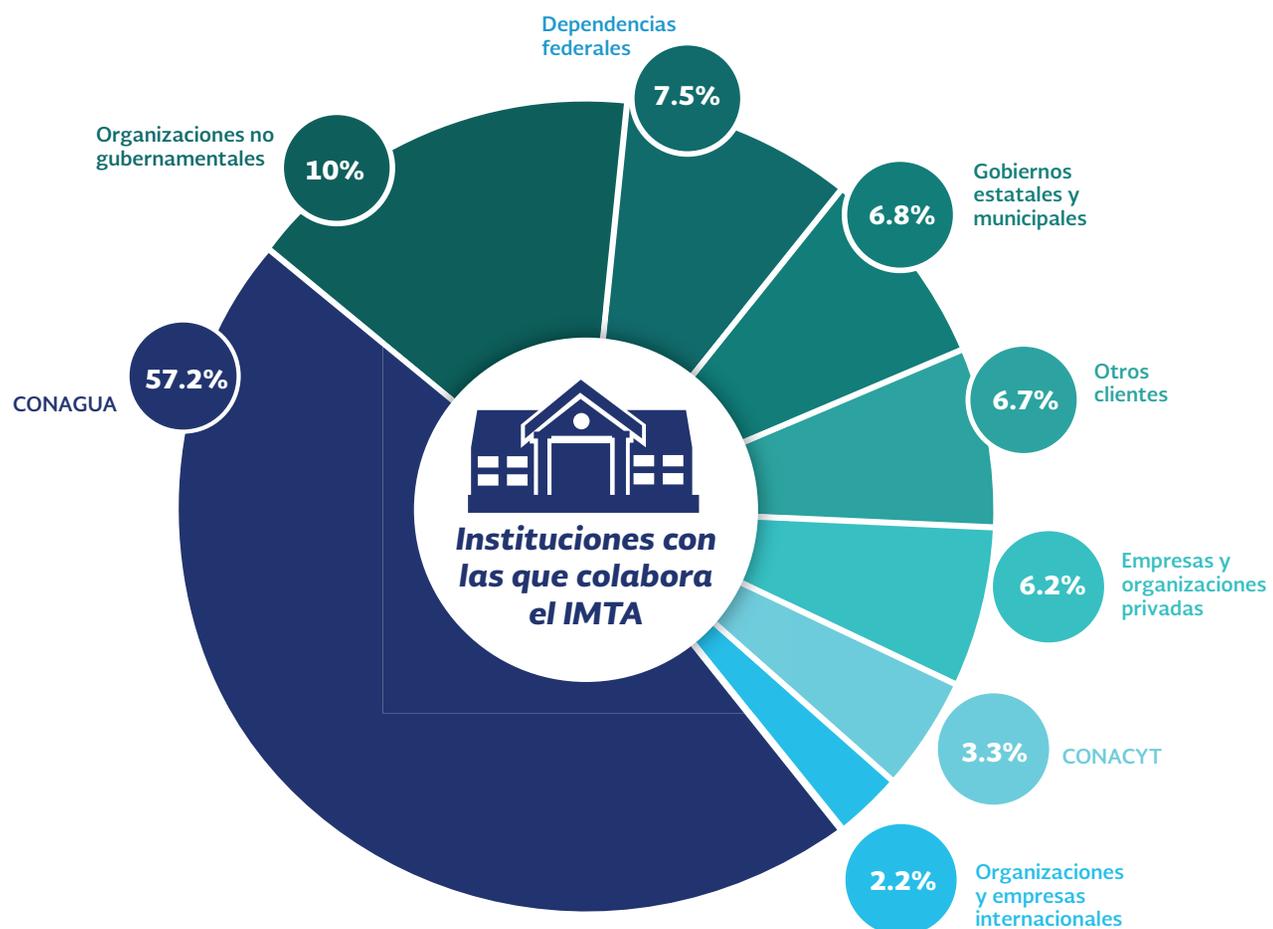
Personal por grado académico





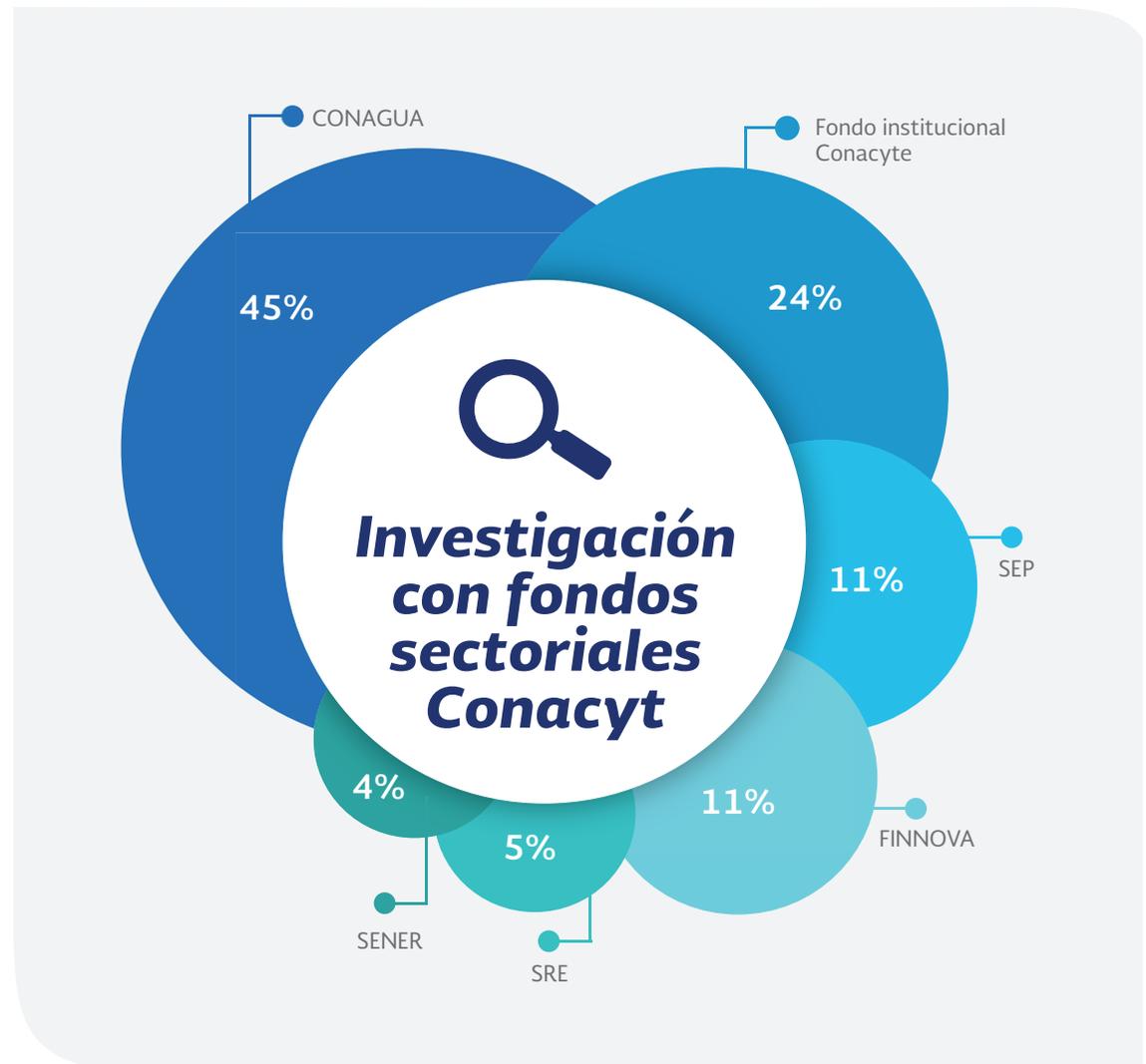
## POTENCIAL HUMANO

Instituciones con las que colabora el IMTA



## POTENCIAL HUMANO

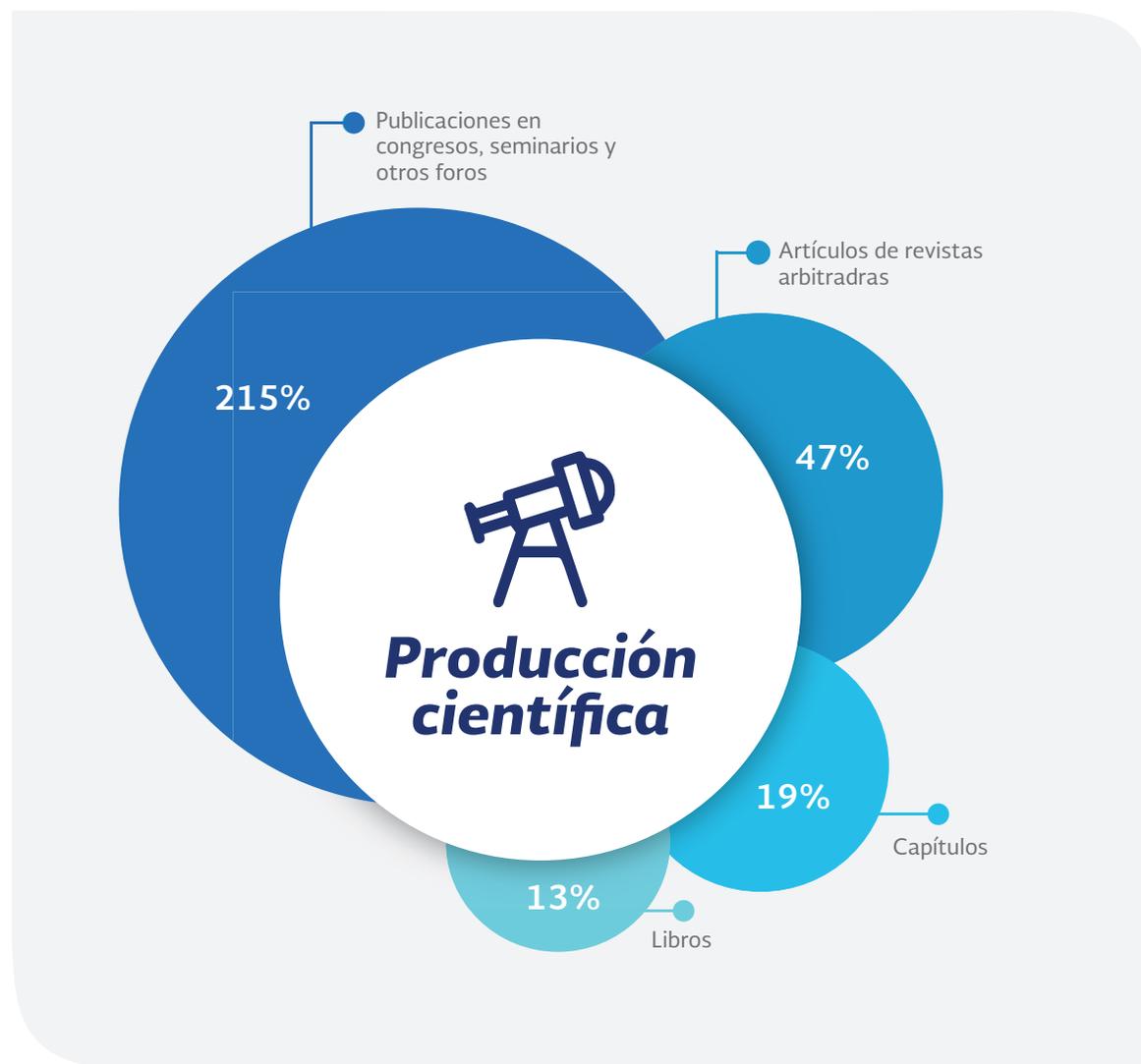
Investigación con fondos sectoriales  
Conacyt





## PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

12



## LIBROS EDITADOS

Título	ISBN	Editorial	Autor	Lugar y fecha de publicación
Calendarización del riego: teoría y práctica	978-607-9368-40-1 E 978-607-9368-41-8	IMTA	Jorge Flores, Waldo Ojeda, Mauro Íñiguez, Helene Unland, Mauricio Carrillo, Abraham Rojano, Héctor Flores, Rutilo López, Ernesto Sifuentes y Agustín Ruiz	Impreso y digital. Jiutepec, Mor. Abril
Consideraciones agronómicas para el diseño de invernaderos típicos en México	978-607-9368-38-8 E 978-607-9368-39-5	IMTA	Waldo Ojeda y Jorge Flores	Impreso y digital. Jiutepec, Mor. Abril
Operación de canales. Conceptos generales	978-607-9368-43-2 E 978-607-9368-42-5	IMTA	INahún H. García Villanueva	Impreso y digital. Jiutepec, Mor. Abril
Agua en la cosmovisión de los pueblos indígenas de México	978-607-626-038-8	Conagua-Semarnat-IMTA	Varios. José Luis Martínez y Daniel Murillo (Eds.)	Impreso Ciudad de México. Mayo
Manejo del régimen de humedad en suelos del trópico húmedo con drenaje controlado	978-607-9368-44-9 E 978-607-9368-45-6	IMTA	José Rodolfo Namuche, Heber Saucedo, Carlos Fuentes y Pedro Rigoberto Lázaro	Impreso y digital. Jiutepec, Mor. Mayo
Captación de agua de lluvia y uso eficiente del agua para la producción agropecuaria	978-607-9368-46-3 E 978-607-9368-47-0	IMTA	Javier Ramírez, Héctor Cortés y Alfredo Gómez	Impreso y digital. Jiutepec, Mor. Mayo

## LIBROS EDITADOS

Título	ISBN	Editorial	Autor	Lugar y fecha de publicación
Metodología para estimar el uso eficiente del agua en actividades agrícolas	E 978-607-9368-48-7	IMTA	José Magaña, Flor Cruz y Jazmín Hernández	Versión digital. Jiutepec, Mor. Junio. Biblioteca Digital IMTA
30 años de historia del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Memoria		IMTA	IMTA	Impreso y digital Jiutepec, Mor. Agosto. Biblioteca Digital IMTA
30 años de historia del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Testimonios		IMTA	IMTA	Impreso y digital Jiutepec, Mor. Agosto. Biblioteca Digital IMTA
Manual de operación y mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia de Cherán, Michoacán.	978-607-9368-58-6 E 978-607-9368-59-3	IMTA	Erick Oliver Cervantes Gutiérrez, Sandra Vázquez Villanueva, Rafael Hurtado Solórzano, María Isabel Hernández Vivar, Irleth Sarai Segura Estrada	Versión digital e impresa Jiutepec, Mor. Noviembre. Biblioteca Digital IMTA
Evaluación de costos de adaptación al cambio climático en organismos operadores de agua	978-607-9368-56-2 E 978-607-9368-55-5	Fondo Editorial IMTA-ANEAS	Héctor David Camacho González, Ana Elizabeth García Salinas y Héctor Manuel Bravo Pérez	Versión digital. Ciudad de México Noviembre. Presentación en 30ª Convención de ANEAS

## LIBROS EDITADOS

Título	ISBN	Editorial	Autor	Lugar y fecha de publicación
Cambio climático: cómo evaluar medidas de adaptación	978-607-9368-49-4	IMTA	Jesús Magallanes Patiño	Versión digital. Jiutepec, Mor. Diciembre. Biblioteca Digital IMTA
Biblioteca académica y recursos hídricos: Formación de investigadores especializados	978-607-9368-54-8 E 978-607-9368-53-1	IMTA	Verónica Vargas y Patricia Navarro	Versión digital e impresa. Jiutepec, Mor. Diciembre. Biblioteca Digital IMTA
Derecho humano al agua y al saneamiento	978-607-9368-51-7 E 978-607-9368-50-0	IMTA-Colmex	Judith Domínguez y Joaquín Flores	Versión digital e impresa. Jiutepec, Mor. Diciembre. Biblioteca Digital IMTA
Medición del flujo volumétrico en presas, canales y pozos. 1ª ed. digital	E 978-607-9368-61-6	IMTA	Edmundo Pedroza González	Versión digital e impresa. Jiutepec, Mor. Diciembre. Biblioteca Digital IMTA
Análisis de los escurrimientos de la cuenca del río Verde	E 978-607-9368-52-4	IMTA	María de los Ángeles Suárez, Ernesto Aguilar y José Avidán Bravo	Versión digital. Jiutepec, Mor. Versión digital. Jiutepec, Mor. Diciembre.
Aproximación holística en el manejo integrado de las cuencas para la conservación y recuperación de los cuerpos de agua superficiales	E 978-607-9368-63-0	IMTA	Varios. Rebeca González y Alfonso Banderas (Eds.)	Versión digital. Jiutepec, Mor. Diciembre.

## PATENTES 2016 Y MODELOS DE UTILIDAD

Num.	Nombre	Estatus
1	Dispositivo para aireación y circulación de lagos y embalses.	Título 273455
2	Banco de pruebas de los elementos que conforman las tomas domiciliarias.	Título 233877
3	Método para el tratamiento de lodos provenientes del tratamiento de agua, recuperación de coagulante y disposición.	Título 227928
4	Mezcla cruda para la producción de Clinker de cemento tipo Portland resistente a la corrosión microbiológica.	Título 282541
5	Válvula con cámaras de amortiguamiento paralelas para la separación y expulsión de aire en la toma de agua domiciliaria.	Título 237185
6	Sistema de floculación accionado con aire.	Título 250205
7	Formulación de micoherbicida para el control del lirio acuático.	Título 286577
8	Utilización del tabachín y de la jacaranda en biofiltros utilizados en el tratamiento de aguas residuales (copropiedad IMTA/CRIQ).	Título 299532
9	Proceso de tratamiento biológico aerobio de aguas residuales, mediante biocinta sumergida e instalación para su realización (BIOSTAR 1).	Título 308091
10	Método de biofiltración de un efluente líquido. (Copropiedad IMTA/CRIQ).	Título 306035
11	Estructura para disipación de energía y aeración de corrientes de agua.	Título 309388
12	Limitador de gasto para redes de riego a presión.	Título 315201
13	Estructura disipadora de energía y orientadora de flujo de vertedores de excedencias tipo abanico.	Título 322928
14	Modificación a la tecnología de filtración en múltiples para reúso de agua en la acuicultura, con descarga cero.	Título 325064
15	Sistema de calibración para sensores de temperatura (SICAST).	Título 322188
16	Banco de pruebas para válvulas hidráulicas de compuerta y mariposa 2" hasta 12".	Título 329455
17	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.	Título 332656
18	Tratamiento de lixiviados de solución nutritiva y su reúso en cultivos de hidroponía.	Título 332655

## PATENTES 2016 Y MODELOS DE UTILIDAD

Num.	Nombre	Estatus
19	Sistema combinado de biofiltración-humedal para el tratamiento de aguas residuales de viviendas unifamiliares.	Título 332990
20	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).	Título 332654
21	Estación hidrométrica itinerante, auxiliar en operaciones de aforo con molinete.	Título 332648
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.	Título 339216
23	Pluviógrafo ultrasónico de auto-sifonamiento con telemetría.	Título 338735
24	Caudalímetro ultrasónico de tres niveles con telemetría.	Título 339217
25	Reactor biológico para el tratamiento de efluentes contaminados a base de vermifiltración.	Título 344447
26	Caudalímetro ultrasónico de nivel.	Título 343387
27	Sistema de calibración para sensores de humedad relativa. (SICASHUR)	Título 340878
28	Sistema de calibración para sensores de presión atmosférica (SICASPAT).	Título 341985
29	Sistema de calibración para pluviómetros digitales (SICAP).	Título 341984
30	Concentrador solar de paredes planas para la desinfección del agua para consumo humano.	Modelo de utilidad Título 2662
31	Biorreactor como planta de tratamiento compacta de aguas residuales municipales con un soporte sintético.	Modelo de utilidad Título 2861
32	Sistema electrónico portátil para simplificar la medición del flujo de agua en canal abierto.	Modelo de utilidad Título 3065
33	Dispositivo aspersor modificado para riego.	Examen de fondo
34	Prueba diagnóstica para compuestos inductores de daños biológicos causados por alteraciones en la expresión genética.	Examen de fondo

## PATENTES 2016 Y MODELOS DE UTILIDAD

Num.	Nombre	Estatus
35	Mezcla cruda para la elaboración de Clinker y la subsecuente producción de cemento tipo Portland y concreto resistente al ataque ácido químico directo.	Examen de fondo
36	Utilización de bagazo de agave y de cáscara de nuez en biofiltros utilizados para el tratamiento de líquidos residuales.	Examen de fondo
37	Metrosonda.	Examen de fondo
38	Dispositivo magnético para el tratamiento de agua.	Examen de fondo
39	Desarenador convencional para obras de generación hidroeléctrica.	Examen de forma
40	Integrador digital de datos de estaciones hidroclimatológicas convencionales.	Examen de fondo
41	Sonda electrónica con corrección por desviación de la vertical.	Examen de forma
42	Sensores inteligentes de temperatura y humedad relativa para estaciones agrometeorológicas.	Examen de forma
43	Banco de pruebas para la evaluación de la conformidad de medidores para agua potable fría.	Examen de forma
44	Método para producir un medio filtrante orgánico activado con basidiomicetos y métodos para su uso en biofiltros para remover moléculas recalcitrantes, color y reducir toxicidad en aguas residuales.	Examen de forma
45	Estructura de control para drenaje agrícola.	Modelo de utilidad.
46	Biofiltro para el tratamiento de residuos líquidos agroindustriales.	Examen de forma
47	Sistema y método de tratamiento de residuos líquidos y sólidos agroindustriales.	Examen de forma
48	Banco de pruebas para la evaluación de la conformidad de medidores para agua potable fría de tipo domiciliaria.	Examen de forma
49	Dispositivo para muestreo de agua y medición de parámetros físico- químicos en manantiales subacuáticos.	Examen de forma
50	Sistema y proceso de tratamiento para obtención de agua de alta calidad.	Examen de forma
51	Remoción de arsénico por electrocoagulación utilizando un reactor a flujo pistón tren complementario de tratamiento conformado por floculación mejorada, sedimentación y filtración.	Examen de forma
52	Método para remoción de arsénico del agua mediante un bioadsorbente orgánico.	Examen de forma



## Principales Resultados

---

*La construcción de capacidades en México es importante para generar información y conocimiento a fin de evaluar impactos regionales de cambio climático.*

---



*Recuperación de fósforo con hidróxido de doble capa, para proteger cuerpos de agua (Segunda etapa)*

**TH1606.1**

El fósforo (P) es un nutriente esencial para el desarrollo de la vida, pero causa eutroficación de cuerpos de agua. Se estima que para el año 2050 la producción de P será muy escasa y será necesario recuperarlo antes de su descarga. Existen diferentes métodos que permiten extraer P de los puntos de emisión. Los procesos de intercambio iónico pueden proporcionar una solución factible para reducir estas descargas y recuperar el P para su reúso.

Se hizo el análisis de composición y propiedades termodinámicas de descargas porcinas tratadas, y la síntesis y caracterización de intercambiador iónico y evaluación de las interacciones con P. Los resultados se presentaron en la Conferencia Internacional sobre Agua, celebrada en Kottayam, India.



### Resultados principales:

Con este proyecto se genera una nueva tecnología que resuelve el problema primordial de sustentabilidad hídrica y alimentaria.

Se reutilizan gases invernadero y se recupera fósforo, actualmente tratados como desechos y contaminantes del ambiente y cuerpos de agua.



*Eutroficación de un cuerpo de agua en Jalisco.*

### Geoportál para consulta del acervo institucional de información geográfica **TH1609.1**

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 (terabytes), el cual se incrementa constantemente. La información se compone de imágenes de satélite, modelos digitales de elevación y fotos aéreas. Esta información constituye un insumo básico en gran parte de los proyectos desarrollados en las áreas técnicas del Instituto, por lo que 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.

En 2014 se desarrolló un sistema informático y se adquirió infraestructura de cómputo para la gestión de la información del acervo. El sistema se denominó “Geoportál de información geográfica del IMTA”. En 2015 se abordó una segunda etapa, cuyo principal objetivo fue desarrollar los elementos del sistema para la gestión de modelos digitales de elevación y fotos aéreas. En esa etapa se realizó, además, la instalación y configuración de la infraestructura de cómputo y la puesta en marcha del sistema. Durante la operación del sistema se han detect-

ado nuevas necesidades para consulta de la información: contar con una función para seleccionar imágenes, modelos de elevación u ortofotos mediante un polígono definido por el usuario; seleccionar más de un satélite cuando se hace la consulta de la información, y tener la capacidad de desplegar simultáneamente imágenes de fechas diversas para una determinada área de interés, todo con el objetivo de visualizar cambios en la superficie terrestre. Por otro lado, se han recibido nuevas imágenes del satélite SPOT y se recibirán imágenes RapidEye. Esta información, junto con otra disponible en el acervo, requiere ser analizada y cargada al banco de datos del sistema para disponerla a los usuarios del Instituto.

También, se abrió una nueva etapa para ampliar las facilidades de consulta al acervo institucional de información geográfica: incorporación de 453 imágenes del satélite SPOT, 173 imágenes LANDSAT y 5 250 fotos aéreas al banco de datos; desarrollo de una función para definir el área de interés en la consulta mediante un polígono, y desarrollo de una función para seleccionar múltiples satélites al momento de consultar las imágenes. La versión actual del geoportál sólo permite elegir un solo satélite. La función está desarrollada al 100 por ciento. Hasta la fecha, se tiene 95% de avance y se actu-

alizó la licencia del software utilizado para el desarrollo de la interfaz de usuario y el despliegue de las imágenes (ArcGIS Server).

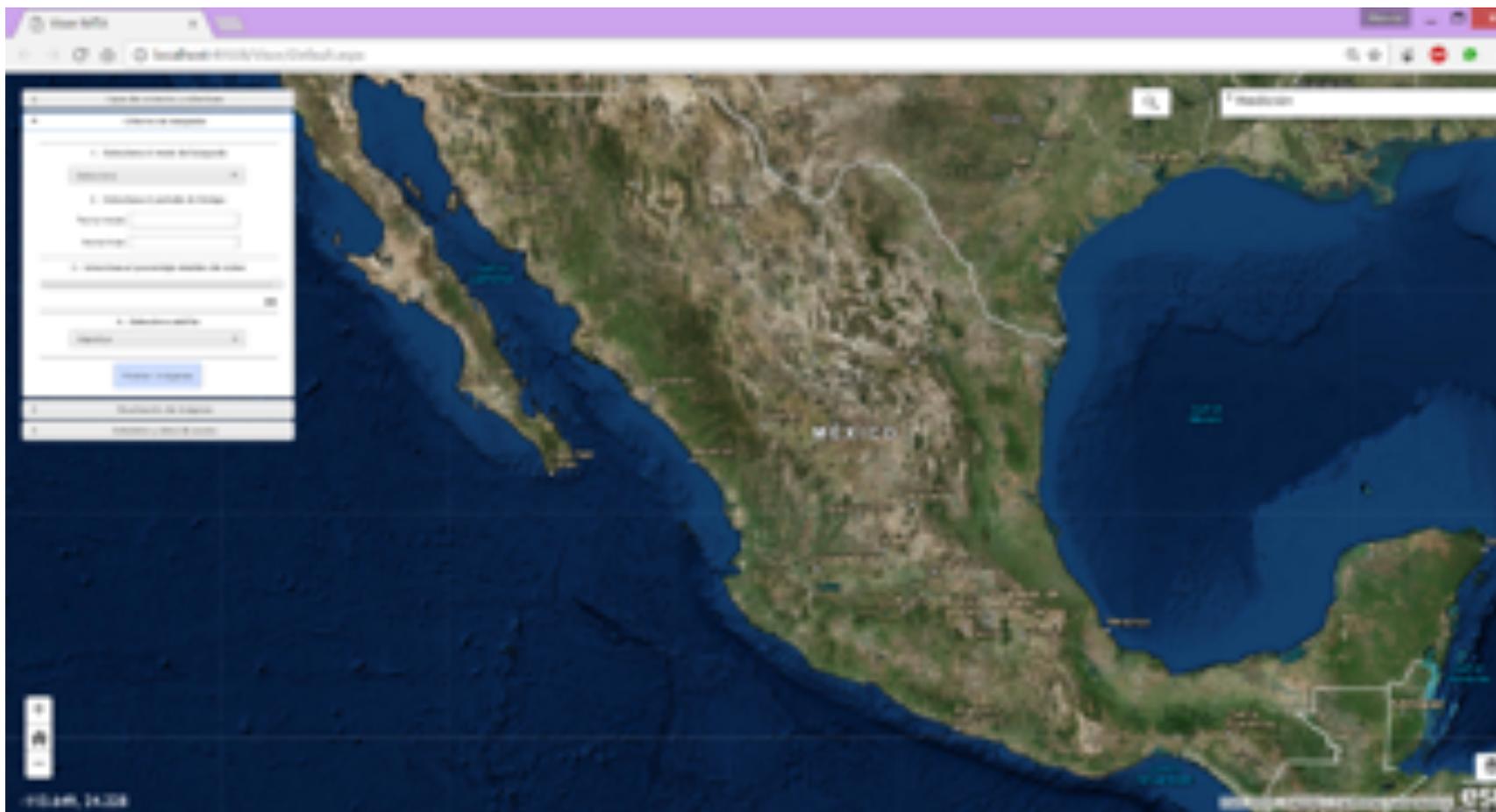
De igual forma, se adquirieron las coberturas nacionales de imágenes RapidEye, solicitadas a la Comisión Nacional Forestal, de la época húmeda y seca, disponibles para los años 2013, 2014 y 2015, y se adquirió la cobertura nacional de imágenes RapidEye de la época seca 2016.



#### Resultados principales:

*Por una parte, el geoportál pone al alcance del especialista la información satelital y geográfica, reduce tiempos de espera y hace más eficiente la aplicación de recursos financieros al eliminar la duplicidad de compra.*

*Por otra, almacena información histórica y facilita la visualización y cuantificación de cambios en rasgos de la superficie terrestre necesarios en los estudios sobre la disponibilidad o calidad del recurso hídrico en un área determinada.*



22

*Nueva interfaz del geoportal: ventana de diálogo principal.*

**Regulación del régimen de humedad del suelo en zonas tropicales RD-1604.w1**



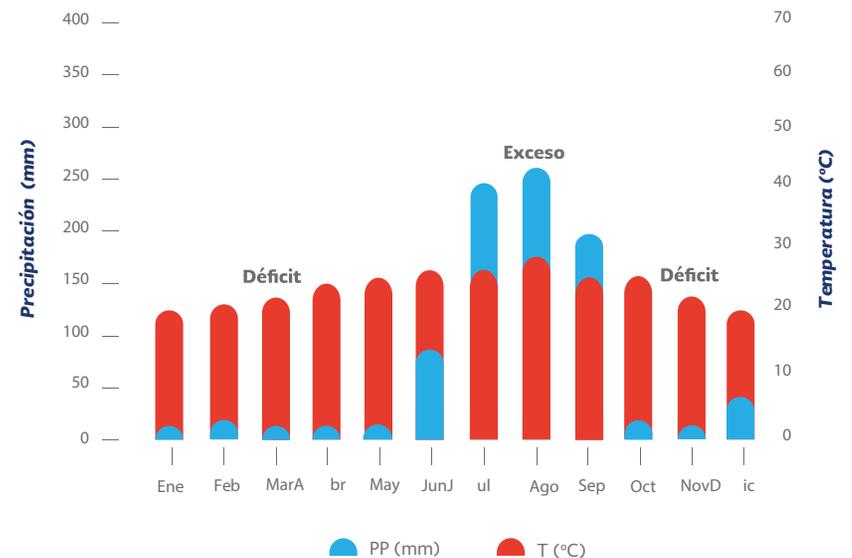
**Resultados principales:**

Los lineamientos obtenidos por la aplicación del protocolo experimental y la herramienta computacional elaborada servirán al IMTA para la calcular, en particular bajo aplicaciones de esquemas de control, los regímenes de humedad del suelo en zonas tropicales asociados al riego y al drenaje agrícola.

En 2015, el IMTA llevó a cabo el proyecto Regulación del régimen de humedad del suelo mediante la aplicación de riego y drenaje controlados en zonas de riego sub-húmedas, donde se estableció el estado del arte sobre el riego y drenaje controlados y se identificó la necesidad de ampliar el análisis a modelos bidimensionales, a efecto de tener en cuenta de manera precisa la geometría del sistema de drenaje.

En 2016, se hizo un experimento en una parcela agrícola sobre el riego y drenaje controlado y el modelado de dicho proceso mediante una herramienta que simula el régimen de humedad de los suelos, utilizando la ecuación diferencial parcial altamente no lineal

de Richards en su forma bidimensional, sujeta condiciones de frontera de tercer orden, tanto sobre el dren para simular el proceso de drenado como sobre la superficie del suelo para modelar el proceso evapotranspirativo. Este planteo fue la base para desarrollo de un software que permite el diseño de sistemas de regulación del régimen de humedad el suelo con bases físico-matemáticas robustas. Como resultados principales se obtuvieron: verificar y evaluar el funcionamiento y beneficios asociados al manejo del régimen de humedad del suelo, aplicando riego y drenaje, así como desarrollar una herramienta para modelar el proceso de regulación del régimen de humedad con fines de diseño de sistemas controlados.



Climograma para la estación Pozo de Ibarra, Santiago Ixcuintla, Nayarit.

*Sistema de Información de Tarifas de Agua Potable (SITAP)*  
**DP1616.1**

**Resultados principales:**

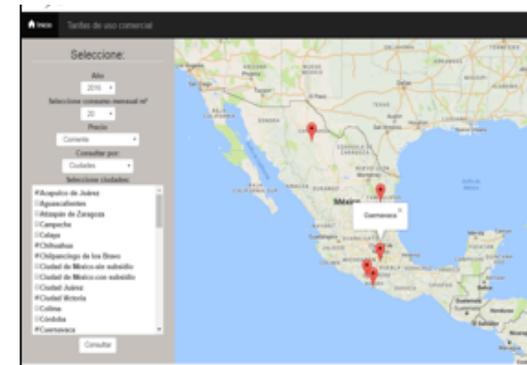
*Esta información será útil para elaborar nuevas propuestas de estructuras tarifarias para organismos operadores de agua potable y apoyará a los tomadores de decisiones en el establecimiento de las políticas de incrementos y estructuras tarifarias, basado en las tarifas de otras ciudades que guarden ciertas similitudes en cuanto a tamaño de población, región e indicadores socioeconómicos de la población beneficiada y las características de la operación del organismo.*

La información de las tarifas de agua potable que se aplican cada año se publica en diarios o gacetas estatales oficiales, o bien en las páginas web de los organismos operadores. Sin embargo, no puede ser comparada en forma directa ya que se requiere del cálculo específico para cada ciudad, interpretando la forma de cálculo con reglas diversas y específicas.

En este proyecto se desarrolló una página web que contiene un sistema de información de tarifas de agua potable de distintas ciudades de México, el cual permite orientar la toma de decisiones de política pública sobre los incrementos y diseño de estructuras tarifarias, al comparar lo que se cobra por los servicios en distintas ciudades y regiones del país, por tipo de usuario y en distintos niveles de consumo.

Se recopiló y analizó cada uno de documentos tarifarios de 56 ciudades para determinar el importe de las tarifas cobradas de 2006 a 2016 para los tres tipos de servicio: agua potable, alcantarillado y saneamiento; los tres tipos de usuarios: doméstico, comercial e industrial, y para distintos niveles de consumo mensual.

Se desarrolló el diseño de la página web del SITAP, para consultar la información por región hidrológica, tipo de usuario, número de tomas de agua potable y nivel de consumo, con el apoyo de un mapa georreferenciado y generando la información de forma gráfica.



**IMTA Verde  
HC 1623.2**



**Resultados principales:**

*Esta información será útil para elaborar nuevas propuestas de estructuras tarifarias para organismos operadores de agua potable y apoyará a los tomadores de decisiones en el establecimiento de las políticas de incrementos y estructuras tarifarias, basado en las tarifas de otras ciudades que guarden ciertas similitudes en cuanto a tamaño de población, región e indicadores socioeconómicos de la población beneficiada y las características de la operación del organismo.*

En 2015 se llevó a cabo el estudio Cultura del Agua en el IMTA, el cual tuvo como objetivo diseñar, probar y validar una metodología a implementarse en las instituciones de gobierno, con la finalidad de educar y hacer responsables a los usuarios del agua en instituciones públicas.

Derivado de este estudio, se generó el proyecto IMTA Verde, con una visión técnica y ambiental.

El proyecto incluyó: la revisión y reseña histórica de los estudios, trabajos y proyectos relacionados con las redes de agua potable, riego, alcantarilla-

do sanitario y drenaje pluvial; levantamiento del catastro de las redes de distribución, de riego, de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial; integración de la infraestructura hidráulica del IMTA en un sistema de información geográfica; evaluación de la eficiencia electromecánica del equipo de bombeo en el pozo Instituto; levantamiento de los elementos eléctricos de control; estudio de demandas, usos y consumos; elaboración de un Proyecto Ejecutivo para mejora de la red de distribución de agua potable, considerando un tanque elevado y eliminación de cisternas y tina-cos; elaboración de un Proyecto Ejecutivo para la mejora de la red de riego tecnificado integral, y el diseño de la red de drenaje pluvial.



## 2. ASESORÍA Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

### TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON LA SECRETARÍA DE ENERGÍA

#### *Revisión y actualización del potencial de biomasa para generación de energía eléctrica, a partir de plantas de tratamiento de aguas residuales TC 1606.3*

La Secretaría de Energía creó el Inventario Nacional de Energías Renovables en México (INERE), el cual cuenta con datos del potencial eléctrico correspondiente a la utilización de biomasa de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (PTAR) para cinco instalaciones.

El IMTA participa en la evaluación del INERE para complementar el estudio previo y ampliarlo al resto del país. El proyecto presenta el análisis técnico del potencial de la biomasa para su uso en cogeneración de energía eléctrica, específicamente de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales con proceso de lodos activados para instalaciones con una capacidad superior a los 200 litros por segundo.

Con este propósito se visitaron y recabaron datos de operación de 91 PTAR, se estimó la producción de lodos residuales, el potencial de generación de biogás a partir de la estabilización anaerobia de los mismos y la producción potencial de energía eléctrica. De esta manera, se pueden efectuar ahorros para la red convencional de distribución de la Comisión Federal de Electricidad que puede ser aprovechada para subsanar la sobredemanda de otros usuarios.

De las 104 PTAR con proceso de lodos activados, se estimó la producción de biogás y el potencial de energía eléctrica de 91. En general, las PTAR revisadas no operan a su gasto de diseño y en promedio se utiliza el 65% de la infraestructura instalada. La carga orgánica del agua residual tiene grandes variaciones y se registran valores de la demanda bioquímica de oxígeno desde 80 hasta 480 miligramos por litro.

En lo que respecta a la producción de energía eléctrica y de acuerdo con los fabricantes de sistemas de cogeneración, lo más adecuado es que los motores operen las 24 horas del día. En este sentido, la factibilidad del sistema se plantea en función de la producción del biogás necesario para alimentar al motor para que opere en continuo.

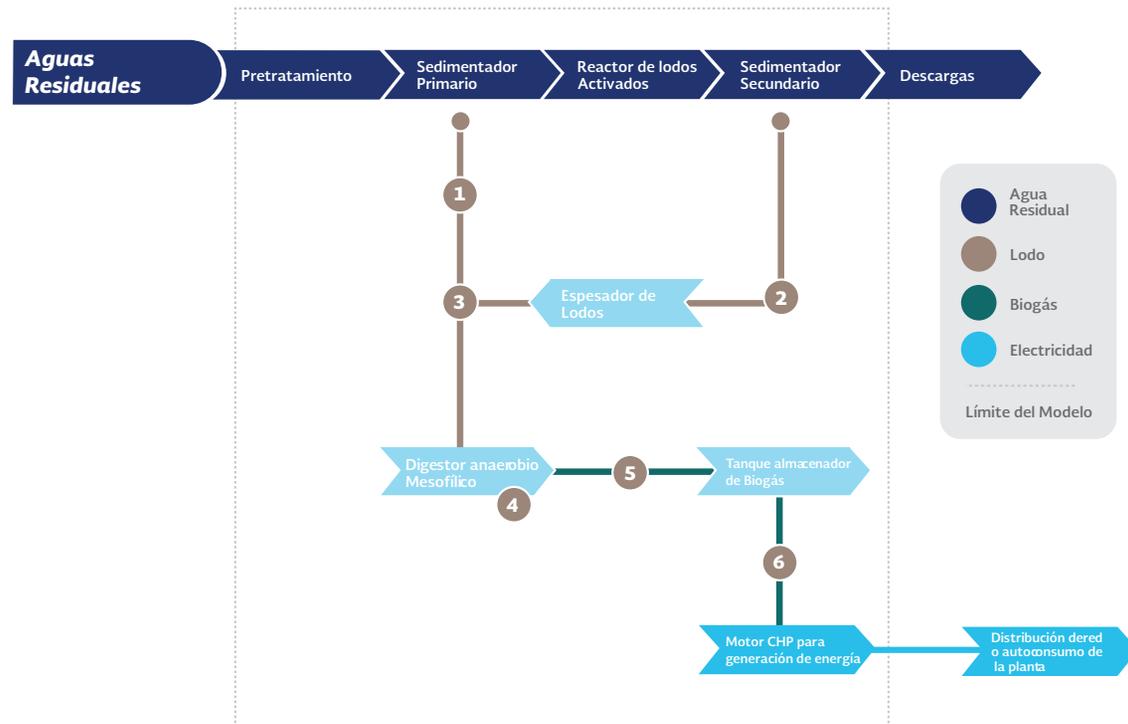
Si se considera un motor comercial pequeño (336 kWe) que requiere una alimentación continua de 146.45 m<sup>3</sup> N/h de biogás, hay 28 PTAR factibles de aprovechamiento: Aguascalientes, Binacional (PITAR), La Paz, Cerro de La Estrella, Chihuahua Norte, Chihuahua Sur, Norte (Juárez), Sur (Juárez), PTAR 3 AHMSA, Principal Saltillo, Colima-Villa de Álvarez, León (Municipal), SEAPAL NORTE II, El Ahogado, Agua Prieta, Toluca Norte, Norte, Pemex San Rafael, Dulces Nombres, San Pedro Mártir, San Pedro Ahuacatlán II, El Crestón, Tierra Negra, Xalapa I, Osiris, Lago de Texcoco I, Termoeléctrica V. México y Agua Industrial de Monterrey, S. U.

Vale la pena mencionar el caso de la PTAR SEAPAL NORTE II, de Puerto Vallarta, Jalisco, que cuenta con dos módulos: uno con proceso convencional de lodos activados y otro en modalidad de aeración extendida. El influente es el mismo para ambos módulos pero, debido a la modalidad del proceso, la producción de biogás cambia drásticamente.

La producción de energía disminuye debido a que el proceso de lodos activados, en su modalidad de aereación extendida o zanja de oxidación tiene tiempos de retención mayores, y privilegia la oxidación de la materia orgánica en el reactor biológico. Se presentaron tres diseños conceptuales para el aprovechamiento de la biomasa en la generación de biogás y de energía eléctrica.

**Resultados principales:**

La generación de energía está directamente relacionada con la carga orgánica que entra al sistema y a la modalidad del proceso de tratamiento. En aquellas plantas con aeración extendida y que operen a un gasto cercano o superior a su gasto de diseño, es conveniente revisar la pertinencia de una reingeniería a modalidad convencional para el aprovechamiento de los lodos residuales generados durante el proceso y determinar el posible costo-beneficio de esta reconversión, sin alterar la calidad del efluente tratado.



Climograma para la estación Pozo de Ibarra, Santiago Ixcuintla, Nayarit.

## TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

*Estudio geotécnico-estructural del comportamiento de los apoyos marginales de los puentes Pigua I, II y III en Villahermosa, Tabasco HC1619.3*



### Resultados principales:

*Con la implementación de los resultados de este proyecto se dará seguridad al funcionamiento de los puentes Pigua I, II y III, reduciéndose así los riesgos para las personas que transitan por este vía de comunicación, además que se disminuirán los costos de mantenimiento y conservación de las estructuras.*

Los puentes La Pigua I, II y III se localizan sobre el río Carrizal, a 2 km de la confluencia con el río Grijalva, en Villahermosa, Tabasco. En 2007 se originó una fuerte inundación en la zona provocando erosiones importantes en las márgenes de los ríos Carrizal-Grijalva. A raíz de dicha inundación, en 2008 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes propuso el recubrimiento de la margen derecha del río Carrizal por medio de un enrocamiento, así como una pantalla de pilotes y micropilotes para proteger el cono de derrame de los puentes existentes hasta ese momento, La Pigua I y II.

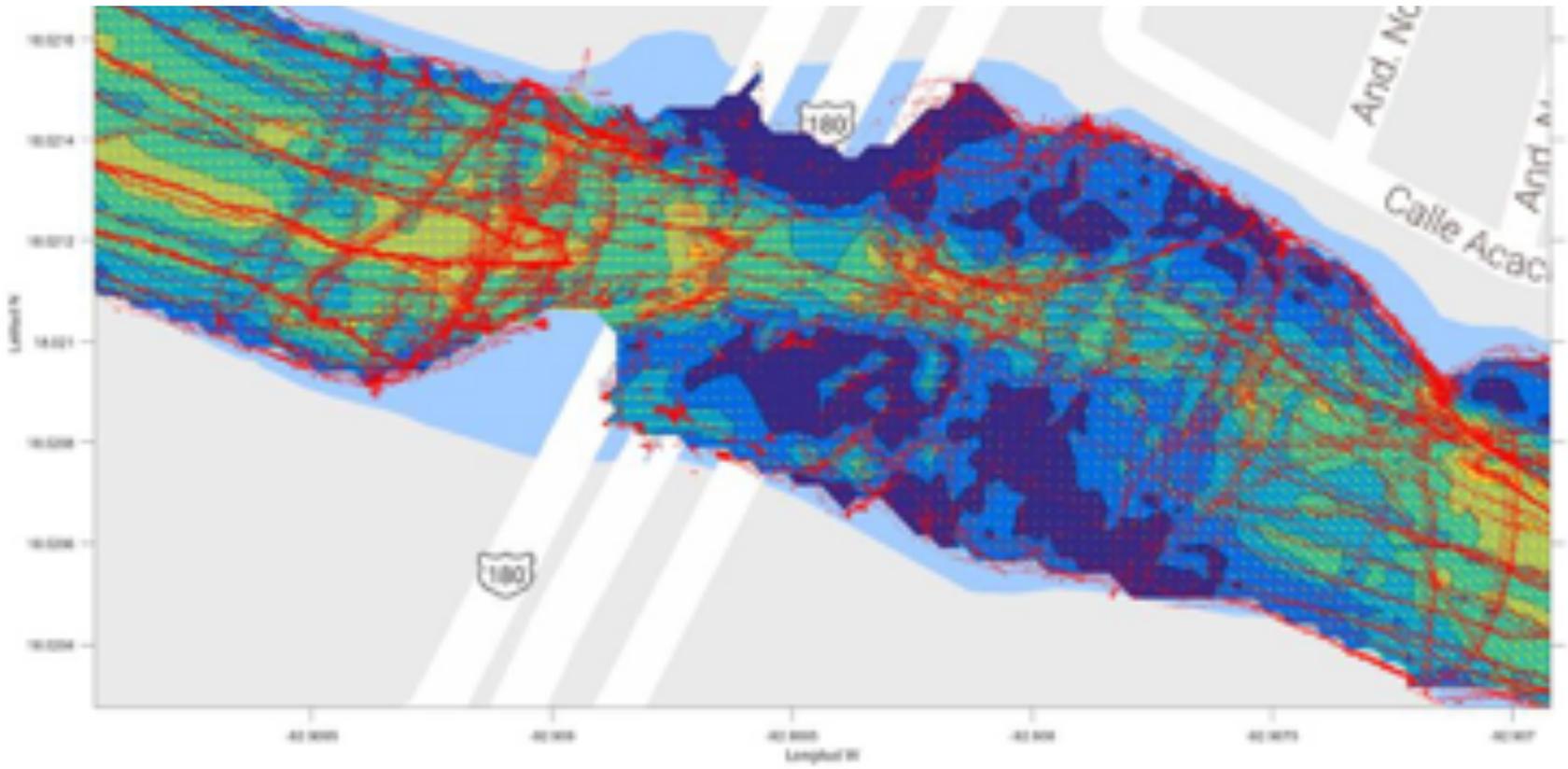
En 2012 se inició la construcción del puente La Pigua III, pero en la margen derecha donde se establecería el estribo del puente se presentó un desplazamiento de las pantallas de pilotes y micropilotes hacia el centro del río.

En 2016 se inició este proyecto con dos objetivos fundamentales: identificar las causas de la problemática existente en los puentes Pigua I, Pigua II y Pigua III, y definir de manera conceptual la solución a la problemática de los deslizamientos en margen derecha del río Carrizal.

El proyecto se desarrolló con base en tres actividades básicas: análisis del comportamiento hidráulico del río, evaluación de las condiciones del terreno de cimentación y el monitoreo del comportamiento estructural de los puentes.

Mediante mediciones y simulación hidrodinámica del río se dictaminó que para modificar la dinámica del río y tener una mejor distribución del flujo en la zona de los puentes era necesario:

- 1) limpiar la margen derecha (retiro de pilotes y micropilotes, estructuras, obstáculos al flujo),
- 2) rediseñar los conos de derrame de los tres puentes por la margen derecha, buscando tener una “rectificación” de la margen en esta zona, colocando además material competente para formar los conos de derrames, y
- 3) recubrir con enrocamiento u otro material similar al pie del talud de margen derecha en la zona de los estribos de los tres puentes.



30

*Modelo conceptual de tratamiento y cogeneración.*

## TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

*Planta piloto para la producción de agua potable y libre de contaminantes emergentes a partir del agua subterránea del valle del Mezquital con base en un sistema de membranas*  
**TC1607.3**



### Resultados principales:

Considerando un consumo residencial de 250 L/hab/día, en clima templado, con la planta potabilizadora a proyectar se beneficiarían aproximadamente 1.6 millones de personas de la Zona Metropolitana del Valle de México.

La CONAGUA evalúa la factibilidad de entregar agua en bloque del agua subterránea del Valle del Mezquital a la Zona Metropolitana del Valle de México. El aprovechamiento del agua subterránea del Valle de Mezquital considera los acuíferos de Chapatongo-Alfajayucan, Mezquital, Ixmiquilpan, Actopan, Ajacuba y Tepeji. La disponibilidad de dichos acuíferos es aproximadamente de 4.80 m<sup>3</sup>/s, de un total de 10 metros cúbicos por segundo.

Se ha detectado que el agua subterránea del valle contiene concentraciones elevadas de nitratos, dureza, sólidos disueltos totales, materia orgánica, sodio, coliformes y compuestos emergentes no regulados, por lo que se llevaron a cabo pruebas piloto de tratabilidad (1 y 5 L/s) empleando la ósmosis inversa, esto con la finalidad de validar el proceso y obtener las constantes de diseño que permitirán determinar la viabilidad técnica y económica del tratamiento, a fin de construir una planta potabilizadora con capacidad de 4.8m<sup>3</sup>/s de agua tratada.

Se realizaron pruebas de tratabilidad a escala piloto utilizando una planta móvil de ósmosis inversa de 1 L/s, en tres pozos profundos (con duración de un mes en cada pozo) ubicados en el Valle del Mezquital; asimismo, se efectuaron pruebas piloto a mayor escala (5 L/s) durante cuatro meses en el pozo que presentó mayor concentración de contaminantes y se obtuvieron los siguientes resultados:

Se realizaron muestreos para analizar en el agua cruda y tratada, según los parámetros de la Modificación del año 2000 a la NOM-127-SSA1-1994 (NOM-127), parámetros que la Organización Mundial de la Salud recomienda para agua potable y compuestos emergentes (hormonas, productos farmacéuticos y de cuidado personal); se detectaron concentraciones de dureza, sólidos disueltos totales, nitratos y sodio superiores a los límites establecidos en la NOM-127 y también, se detectó presencia de sulfametoxazol (antibiótico); se determinó que la tecnología más adecuada técnica y económicamente de pretratamiento es la filtración en arena, comparada con la microfiltración; se estableció el siguiente tren de tratamiento: ajuste de pH (8-8.5)-filtración en arena-adición de agente antincrustante-prefiltración (5 micras)-desinfección UV-ósmosis inversa; se obtuvieron remociones de sólidos disueltos totales superiores al 97%, iones monovalentes ( $\geq 92\%$ ) y iones divalentes ( $\geq 99\%$ ), con una recuperación de agua tratada superior al 72%, y se eliminó la presencia de sulfametoxazol; se obtuvieron parámetros de diseño que permitirán escalar el tamaño de la planta potabilizadora.

Además, se procesan pruebas de ecotoxicidad con el agua cruda y tratada, y se desarrolla un estudio de evaluación de riesgos a la salud.



*Modelo conceptual de tratamiento y cogeneración.*

*Enfoque de género en el proyecto de saneamiento de las zonas marginadas del Valle de La Sabana, Guerrero*  
**CP1627.3**

En virtud de la falta de saneamiento y carencia de acceso al agua en el Valle de La Sabana, Acapulco, Guerrero, el gobierno español realiza una inversión a través del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento, cuyo objetivo es mejorar la calidad de vida y promover la equidad social y de género, así como la sostenibilidad ambiental en la región.

El objetivo del proyecto es diagnosticar la situación de género en la zona, proponer la integración del enfoque de género en el proyecto, definir indicadores de género y capacitar a las instituciones involucradas para integrar este enfoque.

Se aplicó una encuesta a 402 habitantes del Valle de La Sabana, a fin de conocer sus percepciones respecto a su acceso al agua y las relaciones de género; se desarrollaron entrevistas a actores institucionales y locales y se capacitó a personal de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA) en herramientas de enfoque de género aplicadas a la gestión del agua, y se promovió un proceso de

coordinación interinstitucional entre la CAPAMA, Ecología Municipal, Salud Municipal, la Universidad Autónoma de Guerrero, el Comité de Cuenca y el Instituto Municipal de la Mujer de Acapulco, con objeto de promover una gestión sustentable, participativa y equitativa del agua.



 **Resultados principales:**

*Se fortalecen las capacidades de actores sociales e institucionales locales al generar un proceso de reflexión en distintos grupos acerca del binomio gestión del agua-equidad de género.*

*Se aporta una metodología para la transversalización del enfoque de género en proyectos de agua y saneamiento, y se construyen indicadores y su estrategia de medición para integrar el enfoque de género en el proyecto.*

*Se conforma una base de datos con información a escala local, de las variables sobre percepciones de relaciones de género y acceso al agua y al saneamiento.*

*Se establecen las bases para un trabajo coordinado entre instituciones involucradas con el cuidado del agua, ambiente, salud e igualdad de género.*

*Se aporta una metodología para la implementación del enfoque de género en actividades con la población.*

*Nueva cultura del agua en el proyecto de saneamiento de las zonas marginadas del Valle de La Sabana, Guerrero CP1626.3*

**Resultados principales:**

*Las emisiones radiofónicas y televisivas impactan en la población de Acapulco y alrededores.*

*Las representaciones teatrales contaron con una asistencia total de 1 600 personas.*

El proyecto tiene como elemento fundamental el abordaje de los temas salud, género y cambio climático en forma transversal, al interior del contexto de educación para una nueva cultura del agua.

Esta estrategia incluye el contenido, diseño y edición de materiales de comunicación y divulgación en medios electrónicos, que se acuerdan y coordinan con el personal de Cultura del Agua de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco, la dirección local y oficinas centrales de la Conagua y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Se elaboró el documento Plan Estratégico de Comunicación para reforzar la Cultura del Agua y el Pago Oportuno, y se coordinó la producción y emisión de 31 programas del radio sabatino Guardianes del Agua en acción, en una estación local de Acapulco, donde se abordan temáticas

relacionadas con la cultura del agua y el pronto pago de los servicios de agua potable y saneamiento, contando con la participación de niños que tienen la tarea de realizar actividades asociadas con la cultura del agua

Como parte del proyecto, también se coordinó la emisión de 750 spots de audio y 500 en estaciones de radio y la televisión local, y se concluyó la producción del video Agua y salud: importancia del agua en la salud familiar”, que será utilizado por los promotores de cultura del agua.

Asimismo, se concluyeron y entregaron folletos de difusión, educativos y temáticos; carteles; libritos; un rompecabezas y una botarga del personaje Goti; materiales que forman parte de la estrategia de comunicación propuesta en el proyecto.

Otra actividad desarrollada fue la presentación de la obra de teatro Aqua, en seis plateles educativos.



## TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON EL INSTITUTO NACIONAL DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA EDUCATIVA (INIFED)

Apoyo técnico al Programa Nacional de Sistema Bebedero  
CP1620.3



### Resultados principales:

El apoyo técnico para la revisión, análisis y aprobación de equipos de filtración y potabilización, así como los análisis y dictámenes de calidad del agua para los 11 034 Sistemas Bebederos instalados en planteles educativos, es relevante para asegurar que el agua que bebe la comunidad escolar es apta para consumo humano, con lo que se contribuye a evitar el consumo de bebidas azucaradas que favorecen la obesidad y padecimientos asociados; asimismo, dado que se asegura la calidad microbiológica del agua producida en los bebederos, también se contribuye a la prevención de infecciones gastrointestinales de origen hídrico.

La Secretaría de Educación Pública estableció que todas las escuelas del país cuenten con bebederos suficientes y suministro continuo de agua potable. El INIFED tiene bajo su responsabilidad la instalación de dichos bebederos, cuyo objetivo es reducir en los planteles escolares el consumo de bebidas azucaradas y propiciar el hábito de consumo de agua potable. Ello, con miras a reducir la obesidad y enfermedades. Para lograr que la población estudiantil adquiera este hábito, el INIFED planeó proporcionar el abastecimiento de agua para consumo humano en los planteles educativos mediante métodos de filtración y potabilización.



Muestreo de agua en bebederos.

### Calidad del agua

Con el fin de asegurar que la calidad del agua producida en el Sistema Bebedero es apta para consumo humano, el IMTA brinda al INIFED apoyo técnico para revisión, análisis y aprobación de los equipos de filtración y potabilización que se instalan, así como monitoreo y análisis de agua de tomas y bebederos de planteles educativos.

El Instituto, en calidad de asesor técnico en materia de calidad del agua y potabilización, participó en las licitaciones públicas nacionales para la instalación del Sistema Bebedero en el país. Con base en información proporcionada por las empresas, visitas de campo y análisis de laboratorio del IMTA se emitieron dictámenes de calidad del agua, como soporte técnico para asegurar que el agua que consumirá la comunidad estudiantil cumple con la normativa nacional vigente y, por lo tanto, es apta para consumo humano.



## Cultura del agua



### Resultados principales:

Los talleres impartidos en las diferentes regiones del país tuvieron una asistencia total de 1 413 personas.

Con el software Registro de información, panel de control y base de datos es posible consultar, de manera geográfica, el avance y anomalías encontradas en los registros de calidad del agua.

Se revisaron las convocatorias por región y anexos; se participó en los actos de aclaraciones por región y por partida y en los actos de presentación y apertura de proposiciones, así como en la revisión de información de calidad del agua de las regiones: 1) Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sonora y Sinaloa, 2) Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas; 3) Aguascalientes, Colima, Jalisco, Nayarit, Zacatecas, Michoacán, Guanajuato y Querétaro; 4) Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Morelos y Puebla, 5) Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz.

De igual forma, se revisaron los procesos de filtración y potabilización propuestos por las empresas y se verificaron para su validación con personal técnico de las áreas de calidad del agua y potabilización, y muestreo y análisis de calidad del agua conforme a la NOM-127-SSA1-1994 modificación del año 2000, en planteles educativos de sustitución en Baja California, Sinaloa, Sonora, Morelos y Michoacán.

Se impartieron talleres en los 32 estados de la república y se generó y distribuyó material didáctico: folletos, infografías y cinco carteles con los temas: “¿Qué es un bebedero escolar?”, “Uso adecuado del bebedero”, “¿Por qué es importante tomar agua?”, “Agua vs. refresco” y “¡Cuidemos el bebedero!”.

Además se desarrolló un software para el registro de información, el panel de control y base de datos de catálogo escuelas, y normas y muestreos de calidad del agua.

## Calidad del agua

Con el fin de asegurar que la calidad del agua producida en el Sistema Bebedero es apta para consumo humano, el IMTA brinda al INIFED apoyo técnico para revisión, análisis y aprobación de los equipos de filtración y potabilización que se instalan, así como monitoreo y análisis de agua de tomas y bebederos de planteles educativos.

El Instituto, en calidad de asesor técnico en materia de calidad del agua y potabilización, participó en las licitaciones públicas nacionales para la instalación del Sistema Bebedero en el país. Con base en información proporcionada por las empresas, visitas de campo y análisis de laboratorio del IMTA se emitieron dictámenes de calidad del agua, como soporte técnico para asegurar que el agua que consumirá la comunidad estudiantil cumple con la normativa nacional vigente y, por lo tanto, es apta para consumo humano.

## TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON ENTIDADES Y MUNICIPIOS

### Jalisco

*Estudios de preinversión para el diagnóstico y propuesta de solución de la problemática pluvial de la Zona Metropolitana de Guadalajara*

### Hidrología

TH1634.3

Tras la presencia de lluvias, la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) año con año sufre encharcamientos o inundaciones que van desde los 0.20 m hasta los 2.0 m de tirante. Se sabe que el origen de la situación radica, principalmente, en que los arroyos tributarios del río San Juan fueron sustituidos por vialidades y colectores para impulsar el crecimiento de la zona poniente, y al estrangulamiento del río Atemajac que, hoy en día, se emplea como emisor de los desechos de la parte poniente y norponiente de la zona. En ambos casos, existen problemas recurrentes de inundación, salud pública e integración de paisaje urbano. Asimismo, por el crecimiento urbano, el suelo de la ZMG se ha impermeabilizado, modificando su sistema de drenaje natural.

Por otra parte, además, se debe considerar que algunos lugares, tales como barrancas y depresiones, han sido rellenados con materiales diversos, entre ellos, escombros y basura. Estos sitios son: Colomos, Mezquitán, Belén, Barranca Ancha, Barranca de Huentitán, así como los lechos de los ríos Atemajac, San Juan de Dios, El Arenal, El Álamo y El Chicalote. Debido a lo anterior, se ha disminuido la capacidad hidráulica de estos cuerpos para desalojar las aguas pluviales, lo que ocasiona las inundaciones.

El proyecto incluye: definición de la capacidad actual del drenaje, estudio hidrológico para dimensionar las nuevas obras, propuesta de solución para el drenaje pluvial, elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental de las obras propuestas y análisis costo-beneficio del proyecto integral.



### Resultados principales:

*El sistema de drenaje de la ZMG se diseñó para transportar aguas residuales domésticas, comerciales e industriales. Luego se le incorporaron los escurrimientos de origen pluvial, que primariamente escurren por las calles. El sistema se conforma por más de 7 600 km de ductos, en su mayor parte atarjeas conectadas a redes de ramales, subcolectores y colectores.*

*El organismo operador realiza periódica y sistemáticamente acciones preventivas de desazolve de bocas de tormenta, sifones, estructuras de captación pluvial en pasos a desnivel y canales. Sin embargo, se han identificado más de 150 sitios con problemas de inundación, con tirantes hasta de 1.50 m, por lo que dichas acciones son insuficientes. Por ello, se requiere construir y mejorar la infraestructura actual. Para tal efecto, se hace una propuesta integral de drenaje pluvial para la Zona Metropolitana de Guadalajara.*



*Escurrimientos naturales en la Zona Metropolitana de Guadalajara.*

**Hidráulica**  
**TH1634.3**



**Resultados principales:**

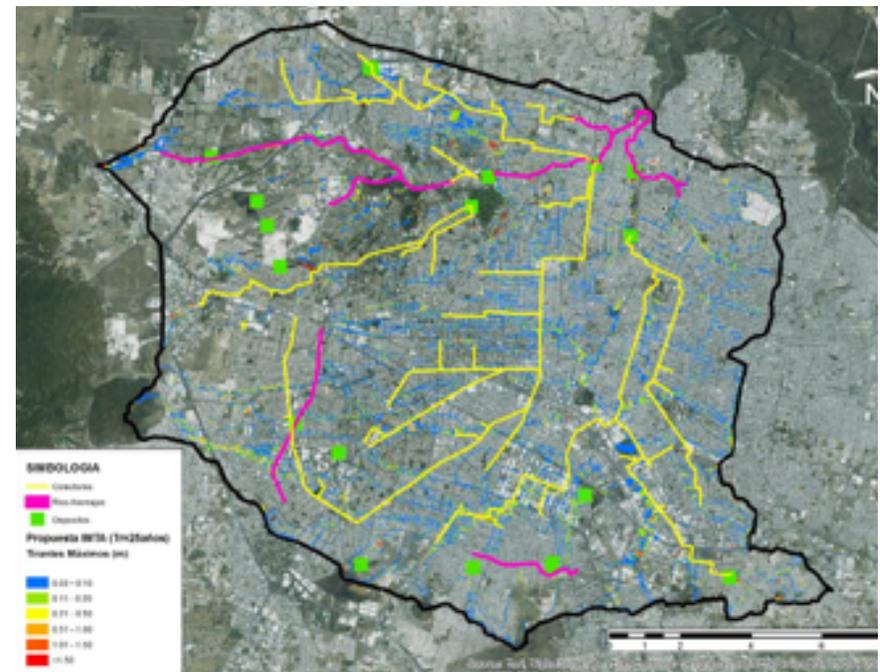
*Establecer la medida estructural que permita mitigar el problema de las inundaciones en la zona de estudio. Con esto se tendrá un menor impacto económico, un mejor bienestar social y un menor tiempo de residencia del agua.*

Se generaron cuatro modelos hidráulicos: uno para la cuenca de los ríos Blanco, Hondo y Caballito, perteneciente al municipio de Zapopan; dos para la cuenca de la ZMG, perteneciente al centro de Guadalajara, y el último para la cuenca de El Ahogado, ubicada en los municipios de El Salto y Tlajomulco, en su mayoría.

Para estos cuatro modelos se generaron seis escenarios de lluvia, con periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, y dos alternativas de mitigación de las inundaciones para cada modelo hidráulico, considerando cada escenario de lluvia.

También, se realizaron estudios de factibilidad de las obras para conocer su costo-beneficio, así como las especificaciones técnicas de construcción.

Las medidas planteadas fueron: colectores diseñados para un periodo de retorno de 25 años y el encauzamiento de los ríos para un periodo de retorno de 100 años. análisis costo-beneficio del proyecto integral.



*Tirantes de inundación para un periodo de retorno de 25 años, con la propuesta del IMTA para la cuenca de la Zona Metropolitana de Guadalajara.*

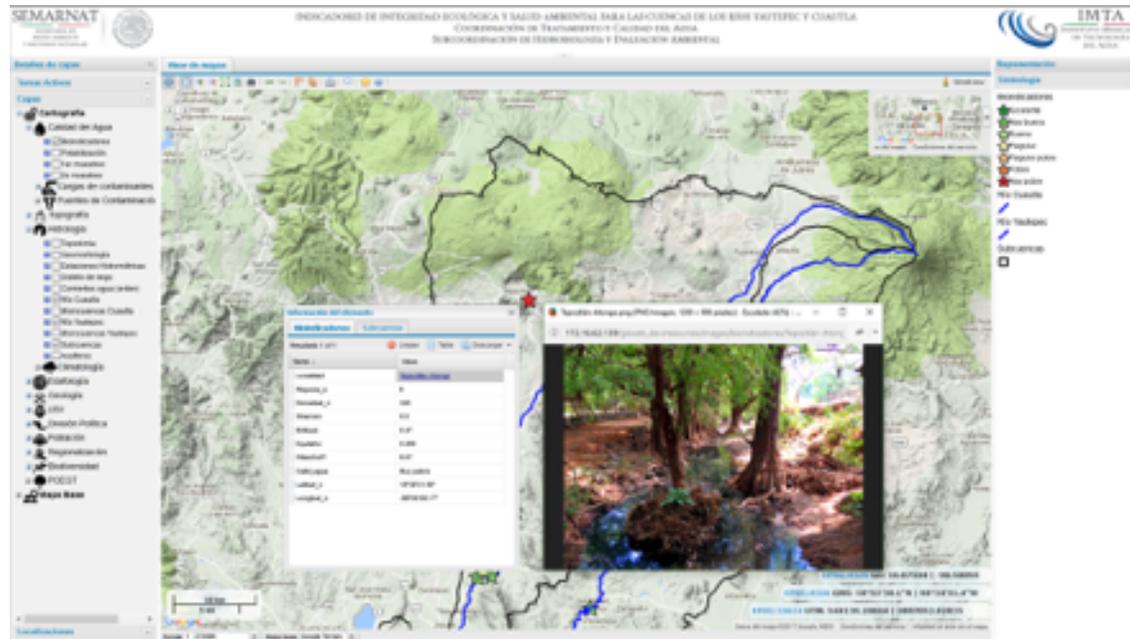
**Morelos**  
*Indicadores de integridad ecológica  
 y salud ambiental para la cuenca del  
 río Yautepec*  
**TC1605**

**Resultados principales:**

Aplicar el plan de manejo que considera indicadores de evaluación a largo plazo permitirá la restauración de los procesos ecohidrológicos, de geomorfología del cauce y del caudal ambiental, así como gradualmente mejorar la calidad del agua de los ríos.

Las cuencas de los ríos Cuautla y Yautepec, que representan el 25% del área del estado de Morelos, se encuentran sometidas a gran presión ambiental. Lo anterior, debido al incremento en el uso de sus recursos hidrológicos y ambientales. Este proyecto es multianual y se basa en la caracterización de las afectaciones, el análisis de sus causas y el desarrollo de un plan de manejo sustentado en indicadores de salud e integridad ecológica, con el fin de sentar las bases para su conservación y aplicación de políticas de desarrollo sustentable.

Se tiene un Sistema de Información Geográfica Web (SIGW) de las cuencas de los ríos Cuautla y Yautepec, que integra datos referentes a indicadores de salud e integridad ecológica del ecosistema acuático, caracterización de las alteraciones hidrológicas, efecto del cambio climático en la disponibilidad del agua, caracterización de la calidad del agua, uso de suelo, geomorfología del cauce y geología de las cuencas, así como ubicación de plantas de tratamiento de agua residual, entre otra información. El sistema permite consultar la información conforme a las necesidades y requerimientos para conocer una situación específica en la cuenca.



Pantalla del SIGW que indica la calidad del agua con respecto a bioindicadores, los datos obtenidos y una imagen del sitio correspondiente.

**Puebla**

*Sistema de información geográfica de superficies y usuarios del aprovechamiento Atlimeyaya, microcuenca del río Cantarranas, y monitoreo de aforos, Atlixco RD-1617.3*



**Resultados principales:**

*Por una parte, la generación de una herramienta computacional permitirá al Ayuntamiento y al SOAPAP de Atlixco sistematizar y consultar información actualizada sobre usos de: agua, suelos, cultivos, padrón de usuarios y concesiones para uso agrícola en la microcuenca del río Cantarranas, a fin de apoyar la toma de decisiones, lo cual hará posible el uso eficiente del agua y reducirá los conflictos sociales por el uso de esta.*

*Por otra, el determinar el balance hidrológico sentará las bases para la gestión del uso del agua y el intercambio de aguas de primer uso por aguas tratadas, entre las diferentes dependencias y los usuarios del agua.*

El origen volcánico de los suelos y rocas en el área de la cuenca del río Cantarranas permite que buena parte de agua de precipitaciones abundantes se filtre hacia el subsuelo y alimente los acuíferos. Una parte de estas aguas aflora hacia la superficie en forma de manantiales, cuyo flujo se aprovecha en riego y para abastecimientos urbano, industrial y recreativo.

Sin embargo, aun y cuando el agua en la zona de estudio es abundante, existen conflictos en los diversos sectores de usuarios generados por la competencia entre los distintos usos, su inequitativa distribución, ineficiencias en su aprovechamiento y pérdidas de la calidad del agua debidas a contaminación antrópica.

Por ello, es necesario tener un diagnóstico que permita generar propuestas de manejo de todos los recursos naturales a partir de un balance hidrológico total del área que incluya afluentes al margen derecho del río Nexapa, entre la confluencia con los ríos Cuescomate y Cantarranas, y las barrancas Tlaxpunte y Tenextepec-El Carrizal, en un polígono de 29 528.6 hectáreas.

El IMTA, en coordinación con el Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla (SOAPAP) y el Ayuntamiento de Atlixco, lleva a cabo el diagnóstico para generar propuestas de manejo.

Como resultados se obtuvieron: el desarrollo del sistema de información geográfica con datos actualizados y el balance hidrológico de la microcuenca del río Cantarranas.



*Uso ineficiente del agua para riego en la zona de estudio.*

### Restauración de la microcuenca y la Barranca del Carmen en Atlixco RD-1617.3

En la zona alta de la cuenca de Atlixco existen problemas de erosión hídrica. Para solucionarlos, se tienen que emplear prácticas de conservación de suelos, entre ellas: agricultura en curvas a nivel, reforestación y control de cárcavas.

En la zona media hay una expansión urbana creciente, por lo que hay aumento de residuos fecales que desembocan al dren principal que pasa por la ciudad, junto con las aguas pluviales. Para solucionar la problemática se requieren acciones que minimicen la conducción de residuos fecales hacia el dren: implementación de ecotecnias con apoyo de pequeños humedales domésticos o baños ecológicos secos.

Se efectuaron recorridos de reconocimiento en la parte alta y media de la cuenca, y en el cauce principal en la zona baja (Barranca del Carmen). También, se llevó a cabo la verificación de uso del suelo, identificando las zonas afectadas por erosión, así como las prácticas necesarias de conservación de suelo y agua para detener el proceso erosivo.

Igualmente, se llevó a cabo el levantamiento topográfico del cauce Barranca del Carmen y la generación de plano de curvas a nivel, se realizaron diseños de prácticas de conservación de suelo y agua y de ecotecnias para la conservación medioambiental de la cuenca, y se hicieron los diseños hidráulicos de las secciones de canal y tubería de drenaje en la parte baja. Por el momento, se encuentran en proceso de ejecución los proyectos ejecutivos de las tres partes de la cuenca.

#### DISEÑO DE CANAL TURISTICO

- Cálculo del gasto máximo esperado en el cauce, mediante el uso de suelo de la cuenca de estudio.
- Análisis de la posibilidad de un canal con sección compuesta



### Resultados principales:

*La restauración de la microcuenca Barranca del Carmen hará posible áreas más saludables y recreativas que, incluso, pueden convertirse en parques ecoturísticos.*

*Las obras de conservación garantizan mayor productividad de los suelos, que reditúa en los rendimientos de cultivos y mejor pastura para el ganado.*

*Controlar los malos olores del agua en la barranca que cruza la ciudad de Atlixco, puede implementar paseos turísticos que reportarían ingresos a los prestadores de este servicio.*

## Querétaro

### Planeación productiva en la Sierra Gorda

**RD1618.3**



#### Resultados principales:

*El proyecto fomenta la organización de la sociedad civil y las contrapartes gubernamentales en figuras de gobernanza del agua y la participación organizada, así como las capacidades de técnicos y productores en el empleo de técnicas adecuadas para la cosecha o captación del agua de lluvia y el uso eficiente del recurso.*

*También, se mejoran las condiciones económicas de los productores al incrementar los rendimientos en la producción de hortalizas y frutales, mediante la disponibilidad y suficiencia de recursos hídricos.*

La Sierra Gorda comprende los municipios de San Joaquín, Peñamiller, Jalpan de Serra, Arroyo Seco, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y partes serranas de Cadereyta, y ocupa una extensión de 350 000 hectáreas. El proyecto consistió en identificar el potencial frutícola de la Sierra Gorda que, combinado con acciones de conservación de agua y suelo, cosecha de agua de lluvia y uso eficiente del agua brinden una oportunidad al área natural y a sus habitantes.

La propuesta tiene el objetivo de conformar un área productiva en hortaliza y forraje, a corto plazo, un área frutícola (orgánica) de exportación, a mediano plazo, e integrar un distrito de temporal tecnificado altamente productivo, incluido en un plan de ordenamiento territorial rural con respecto al área natural, a largo plazo. Todo lo anterior, ante la necesidad de incrementar la producción debido al cambio climático y al incremento de la población, a fin de dar sustentabilidad a la región serrana.

Se integró un sistema de información geográfica (SIG) con mapas de elevación, variables climáticas, especies frutales nativas e introducidas, y de valoración del potencial. Presenta dos mapas por cada cultivo, uno donde se definen las áreas naturales con potencial natural y otro con áreas potenciales pero auxiliadas con riego.

Se elaboraron dos documentos en apoyo a la planificación de actividades productivas para el aguacate y producción de jitomate en invernadero, y se integraron proyectos ejecutivos de sistemas pro-

ductivos pilotos seleccionados en áreas más adaptadas a la introducción de frutales y cultivos de hortalizas. Contienen las metodologías de cosecha de agua, manantiales, sistemas de fertirriego (adaptados a montaña) y suministro de energía eléctrica renovable o fósil.

También, se diseñaron una línea de conducción de agua del manantial La Gotera a Potrerillos, un sistema de riego empleando mangueras y microaspersores para aguacate y goteo para hortalizas, un sistema de bombeo con energía solar mediante paneles solares para jitomate y chile morrón, una red de distribución derivada de una presa y un invernadero de 1 000 metros cuadrados.

De igual forma, se elaboró una propuesta de rehabilitación y equipamiento con paneles solares de estanques acuícolas para producción de bagre y tilapia o mojarra, se rehabilitó una red de canales y se hizo un perfil de proyecto para un trasvase de cuencas, del río Moctezuma a Ayutla.

Se impartieron cuatro cursos en materia de Captación de agua de lluvia y uso eficiente del agua con objeto de sensibilizar a los habitantes de las áreas productivas, en las regionales de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario. En total, se capacitó a 63 técnicos y productores.



*Estudios para la zonificación agrícola. El Plátano, Pinal de Amoles, Querétaro.*

## Sinaloa

*Actualización del Proyecto Ejecutivo de sobreelevación del Canal Principal Humaya y presa derivadora Andrew Weiss (Tercera etapa)*  
**RD 1613.3**



### Resultados principales:

*El principal impacto del proyecto se observa en la factibilidad técnica de regar con mayor flexibilidad las 150 000 ha dependientes de riego del Canal Principal Humaya. También, lograr mayor productividad en los cultivos y asegurar alimentos e ingresos en Sinaloa.*

En la actualidad, durante el periodo de máxima demanda hídrica, el Canal Principal Humaya no cuenta con la suficiente capacidad de suministrar y conducir adecuadamente los caudales y volúmenes requeridos para las superficies bajo riego del Sistema Humaya. Lo anterior afecta la eficiencia hidráulica del sistema, generando pérdidas y mermas en el rendimiento de los cultivos.

Para atenuar esta problemática, se requiere aumentar la capacidad del Canal Principal Humaya de 90 m<sup>3</sup>/s a 108 m<sup>3</sup>/s en su obra de toma, para lo cual, como ya se estableció en el estudio de 2013 (primera etapa), es necesario sobreelevar los bordos del canal e incrementar, a la vez, la capacidad de las estructuras de abastecimiento, control y cruce, de acuerdo con lo indicado en el estudio hidráulico, además de desarrollar los proyectos ejecutivos de sobreelevación de siete diques existentes a lo largo de los primeros 70 km, considerados en esta tercera etapa.

De esta manera, se conformaron los proyectos ejecutivos de la sobreelevación de 60 km del Canal Principal Humaya y se entregarán seis puentes peatonales que también se usan como estructura de soporte para la medición del agua que circula en el canal, así como nueve represas que permiten, en la red de canales abiertos, la distribución y manejo del agua.

De igual forma, se entregarán 32 desfogues que eliminan excedentes de agua en casos de emergencia y seis puentes vehiculares para tener acceso a lo largo de todo el canal y así facilitar las tareas de operación y mantenimiento.



46



## Sonora

*Esquema de regulación económica de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para Sonora  
DP1615.1*



### Resultados principales:

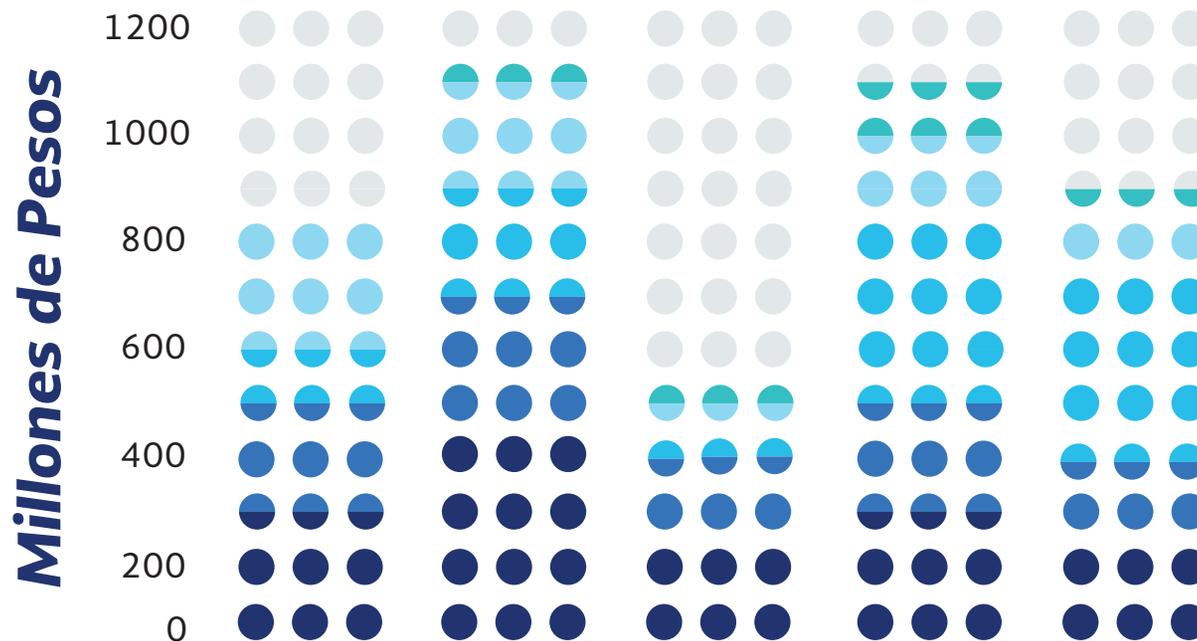
*El establecimiento de un sistema regulatorio para los servicios de agua potable y saneamiento en México establecerá las políticas necesarias que ofrezcan a los usuarios la seguridad de recibir servicios de calidad, y a los operadores claridad en las condiciones para proveer los servicios, con la correspondiente recuperación de los costos de operación y administración, así como de inversión futura.*

Los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento se identifican como prioritarios para la población; sin embargo, carecen de atención tanto de los organismos operadores de agua como de los usuarios, ya que por parte de los primeros existe de forma generalizada un bajo desempeño en la prestación de estos servicios y, de los segundos, una falta de cultura de pago que puede provocar colapsos técnicos y financieros a estos organismos con sus respectivas repercusiones negativas en la calidad de vida de la población.

Se elaboraron propuestas de arreglo institucional para la conformación de una entidad reguladora para los servicios de agua y saneamiento en Sonora. Un primer escenario considera una entidad reguladora con independencia técnica y presupuestaria, dependiente del congreso del estado; en una segunda propuesta, se definió una entidad reguladora sectorizada a la actual Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura, con carácter descentralizado.

También, se elaboró una propuesta de estructura organizacional compuesta por una dirección general, una unidad jurídica y cuatro direcciones: administración; regulación; políticas y normatividad, y comunicación y atención a usuarios.

Como recomendaciones finales para el diseño, se resalta emprender un proceso de comunicación con técnicos de la comisiones estatales de agua, organismos operadores y legisladores para transmitir el concepto correcto de la regulación de los servicios de agua potable y saneamiento, y las ventajas de contar con una política estatal al respecto. Asimismo, es importante que la regulación se entienda como un sistema que debe coordinarse con aquellos sectores que tienen relación con los servicios de agua y saneamiento, tal como salud, economía, ambiente, turismo y otros. La necesidad de coordinación con estos sectores debe ser gradual conforme el regulador se consolide en sus funciones.



	2010	2011	2012	2013	2014
● Otros a	11	24	29	57	36
● Me. De eficiencia	243	158	74	67	56
● Saneamiento	56	202	38	443	400
● Alcantarillado	261	317	131	243	181
● Agua Potable	258	379	204	250	197

## Tabasco

### *Estudio de la evolución del comportamiento morfológico de las bifurcaciones en ríos* **HC1611.1**



#### Resultados principales:

*Mediante la comprensión de los fenómenos de erosión y sedimentación en la zona de la bifurcación, se estará en posibilidades de plantear adecuaciones a las estructuras construidas para un manejo eficiente del río. Con ello, se evitarán posibles conflictos sociales durante eventos meteorológicos extremos y se mejorará la aplicación de los recursos económicos ante situaciones de emergencia*

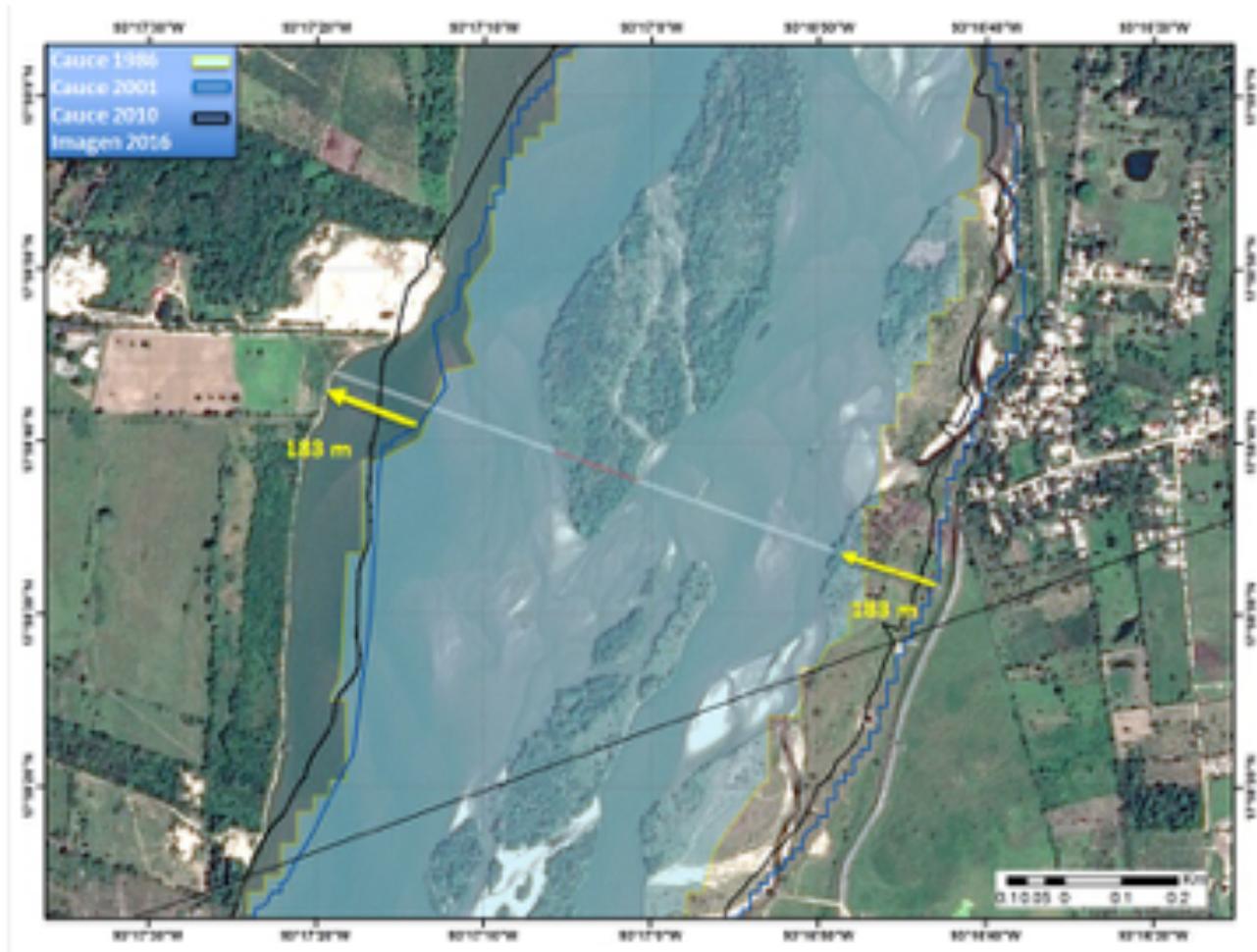
El río Mezcalapa se bifurca en dos brazos: los ríos Samaria y Carrizal. Antes de 1996, dos terceras partes del total de la descarga de agua circulaban por el río Samaria, pero después de una avenida, solo 40% se dirigía hacia este brazo. Se consideró que de continuar esta tendencia de incremento de la descarga de agua hacia el río Carrizal, la ciudad de Villahermosa se inundaría más frecuentemente. Por tal motivo, se construyeron algunas obras hidráulicas para restaurar la distribución de agua en la bifurcación.

En 2009 empezó a operar una estructura de control, concluida en 2013, conformándose por una cortina flexible y dos obras de toma controladas por compuertas en ambos lados de la cortina. La estructura de control El Macayo generó una sedimentación a la entrada de la bifurcación. En 2010 se construyó un dique para desviar el agua y sedimentos hacia el río Samaria.

Igualmente, se estudió de la evolución del río Mezcalapa en la bifurcación a través del tiempo, por medio del análisis de imágenes de satélite escala 1:46 000, desde 1975 a 2016. Para apoyar la investigación, se utilizaron datos hidrológicos proporcionados por la CONAGUA y se hicieron observaciones de campo.

Así, se relacionaron los cambios ocurridos en la bifurcación con las avenidas que se presentaron, las obras construidas y los procesos de transporte de sedimentos en la bifurcación. El análisis se hizo: en la bifurcación, por tramo de río y por sección.

Los resultados indican que, en los últimos años, las inundaciones y obras hidráulicas han modificado sustancialmente la morfología del río en la bifurcación.



*Evolución del cauce en la sección 4 del río Samaria, aguas abajo de la bifurcación.*

## TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES

### *Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán* **HC-1328.4**



#### **Resultados principales:**

*La aplicación de la metodología para elaborar y actualizar los planes estratégicos FGRA-IMTA, desarrollada bajo un marco de actuación que prioriza el consenso, participación y suma de recursos de las diferentes instituciones involucradas en la problemática hídrica y medio ambiental de la región, permite contar con un documento base para la gestión de las acciones a efectuarse en la cuenca.*

*La participación del IMTA en la supervisión de la transferencia de tecnologías apropiadas en materia de agua, ha contribuido a fortalecer la oferta tecnológica para el abastecimiento y saneamiento del agua en zonas rurales.*

Bajo la supervisión del Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán, la conducción del IMTA y con el patrocinio de la Fundación Gonzalo Río Arrente I. A. P. (FGRA), se desarrolló el Plan Rector en materia de agua para la protección, conservación y recuperación ambiental de la península de Yucatán.

En 2013 inician las acciones emanadas del plan y entre las actividades principales se encuentran: dar seguimiento a las acciones ejecutadas por las distintas instancias locales, municipales, estatales, federales y de la sociedad civil organizada; supervisar los proyectos de la península financiados por la FGRA en lo referente a la transferencia de tecnologías apropiadas a escalas vivienda y comunitaria; llevar a cabo la revisión del plan para su actualización; actividades para la vinculación con programas y acciones interinstitucionales locales y regionales, y dar difusión de resultados del programa mediante acciones de comunicación.

Así, se actualizó el Plan Rector mediante la revisión del estatus de los proyectos propuestos en el año 2011 y el levantamiento de fichas de proyecto 2015-2024. También, se ejecutaron 612 proyectos relacionados con la infraestructura de agua y saneamiento, se recabaron 1 548 fichas de proyecto nuevas y se actualizaron e integraron 564 fichas de proyectos no ejecutadas, quedando un total de 2 024 acciones con un monto total estimado en 47 331 millones de pesos.

En cuanto a las actividades de las organizaciones involucradas en la transferencia de tecnologías apropiadas en cada estado de la península, se revisaron y validaron sus estrategias para ejecutar el proyecto, verificando que se cumplan sus objetivos. También, se realizó la verificación en campo de 1 690 tecnologías apropiadas a escala vivienda: 271 en Quintana Roo, 606 en Yucatán y 813 en Campeche.

Finalmente, se continuó con el seguimiento al diagnóstico integral de planeación y modelación hidráulica en las cabeceras municipales de Campeche, Campeche; Benito Juárez, Cancún, y Mérida, Yucatán, y se colaboró en la revisión del libro El manejo del agua a través de tiempo en la península de Yucatán.



*Transferencia de tecnologías apropiadas en materia de agua.*

*Sistema de captación de agua de lluvia en escuelas rurales*  
HC1427.4



**Resultados principales:**

*Al contar las escuelas con abastecimiento por captación de agua de lluvia y un sistema de tratamiento para desinfección, hace que los alumnos y personal docente cuenten con agua en calidad y cantidad suficiente.*

*Complementariamente, les permite economizar el suministro de agua, al dejar de comprarla mediante pipas, que representa un gasto extra para las escuelas y padres de familia.*

El Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro inició con la firma del convenio general de colaboración en 2003, firmando un acuerdo de ratificación en 2004 entre los gobiernos municipales de Pátzcuaro, Erongarícuaro, Tizintzuntzan y Quiroga, el gobierno del estado de Michoacán, la Fundación Gonzalo Río Arronte y el Instituto.

El objetivo general del programa se sustenta en una serie de proyectos y acciones cuya aplicación permite: incrementar y mejorar la conciencia y cultura ambientales entre los pobladores de la cuenca, lograr un consenso respecto de los problemas prioritarios y sus soluciones, profundizar en el conocimiento de la disponibilidad de recursos y establecer criterios para priorizar acciones y canalizar inversiones que garanticen la recuperación ambiental de la región.

Dentro de las problemáticas, que a su vez generan oportunidades de desarrollo, se encuentran los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) en escuelas rurales, las cuales pueden explotar el potencial de aprovechamiento utilizando la diversa infraestructura con que cuentan, de tal manera que sea posible reducir la dependencia del abastecimiento de red; así también en aquellas escuelas alejadas de algún punto de abastecimiento para disminuir su dependencia del abastecimiento mediante pipas. De esta manera, se logra el abastecimiento de agua en dichas escuelas y se disminuye

la problemática sanitaria debido a la falta o poca disponibilidad del vital.

Hasta el momento, se tienen instalados 15 sistemas de captación de agua de lluvia en la cuenca del lago de Pátzcuaro, cubriendo un volumen de almacenamiento de 5 000 m<sup>3</sup>, distribuidos dentro de la cuenca de la siguiente forma: Quiroga 1 890 m<sup>3</sup>, Erongarícuaro 2 250 m<sup>3</sup>, Tzintzuntzan 800 m<sup>3</sup> y Pátzcuaro 100 metros cúbicos.

En la actualidad, se seleccionan escuelas de los cuatro municipios para continuar la instalación de SCALL para alcanzar la meta de 10 000 m<sup>3</sup> de volumen de almacenamiento.



*Proyecto piloto de un sistema de captación de agua de lluvia para riego*  
**RD1612.4**



**Resultados principales:**

*El uso eficiente del agua de lluvia es un factor clave en el desarrollo regional; influye en las seguridades alimentaria e hídrica, en beneficio de la población.*

El consumo nacional de agua por los diferentes sectores indica que el mayor consumidor de este vital recurso es el sector agrícola. La tecnificación de los sistemas de producción de cultivos constituye una posibilidad de incrementar las eficiencias y una alternativa encaminada a este fin es la producción de cultivos en invernaderos.

La producción de cultivos en invernadero hace posible el ahorro de espacio al tener una alta producción en un área reducida, además de lograr un importante ahorro de agua en el riego; asimismo, existe la posibilidad de producir más de un cultivo por año, pudiéndose elegir los más rentables.

En la cuenca del lago de Pátzcuaro existen las condiciones ambientales para establecer invernaderos con captación de agua de lluvia en sus techos, la cual se puede utilizar en el riego tecnificado de los cultivos en producción. Esto permitiría un ahorro en el uso del agua de manantiales, con lo que se coadyuva a la recuperación del nivel del agua del lago.

Bajo este contexto, resulta de interés instalar un invernadero con sistema de captación de agua de lluvia, para luego aprovecharla en el riego tecnificado de cultivos. En esta aplicación del riego tecnificado, se propone el uso de energía solar para accionar una bomba capaz de proporcionar la energía requerida a fin de tener un riego uniforme.

El módulo invernadero-captación de agua de lluvia se integra por tres componentes: invernadero, sistema de captación de agua de lluvia y sistema para aprovechamiento de energía solar.

En la actualidad se cultiva tomate (saladette) y se brinda capacitación a productores de la cuenca del lago de Pátzcuaro para que conozcan, de manera directa, el funcionamiento y operación del sistema.



*Prácticas y obras para la repoblación forestal y conservación de suelos*  
**RD-1611.4**



**Resultados principales:**

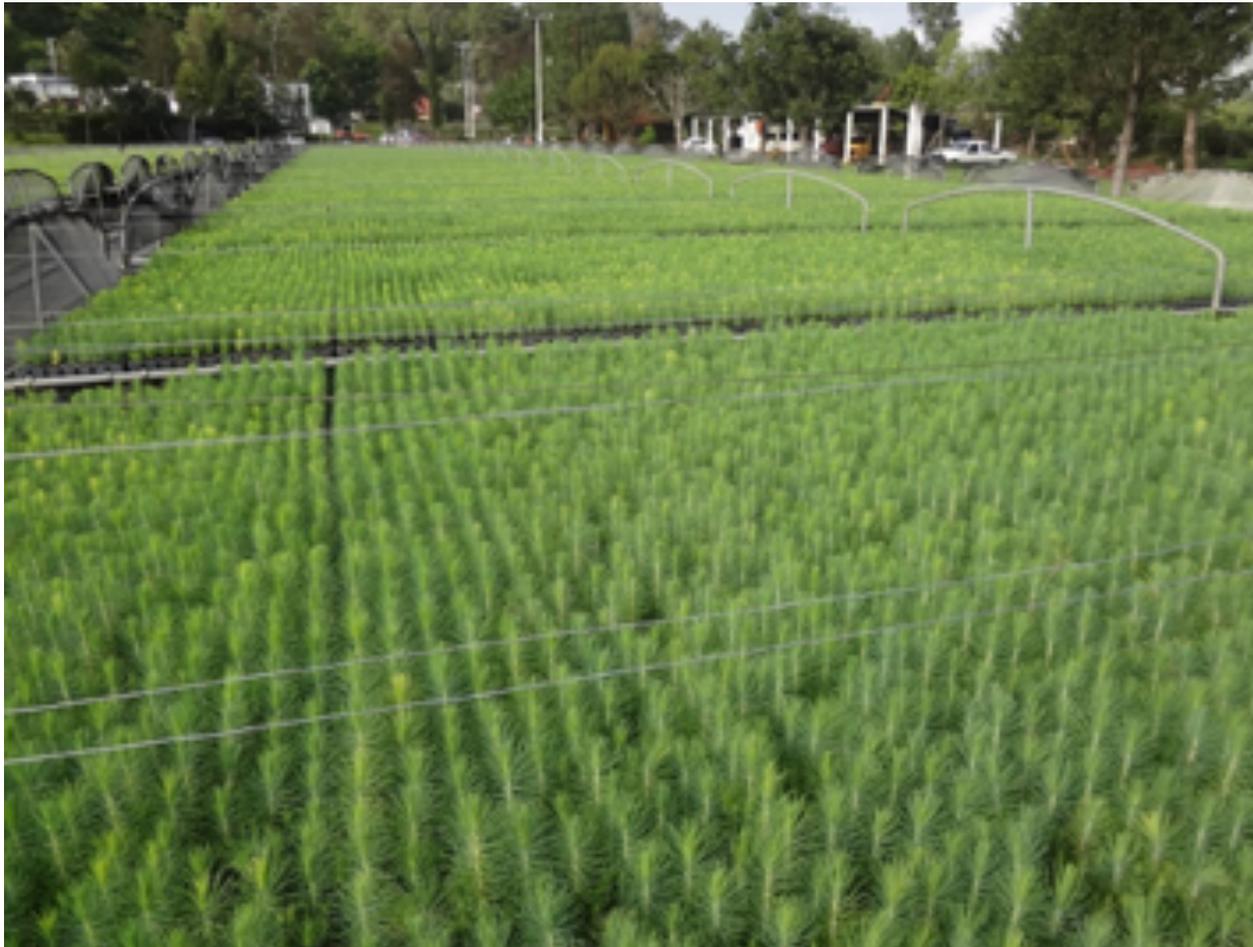
*Se consolidó la operación del módulo tecnificado establecido con tecnología de punta para apoyar la repoblación forestal. Se indujo la reforestación de 100 ha y se construyeron 100 m<sup>3</sup> de obras transversales en cauces, construidas con geocos-tales, piedra acomodada y gaviones. Se inició la medición de los efectos de la restauración en la producción de sedi-mentos y escurrimientos con microcuen-cas pareadas instrumentadas (con y sin prácticas y obras conservacionistas).*

En 2004-2005 se iniciaron los trabajos de conservación de los recursos naturales en dos microcuencas consideradas prioritarias por su nivel de degradación y participación de sus habitantes, mismas que forman la recarga inmediata del sistema de manantiales de Chapultepec, al oriente de la cuenca del lago de Pátzcuaro. En 2006-2007 se consolidaron los trabajos en estas dos microcuen-cas y se expandieron las acciones hacia el extremo poniente de la cuenca. De 2008-2011, trabajado de forma participativa con los productores de la cuenca, se seleccionaron las prácticas y obras más sencillas y eficientes de aplicar.

Con base en los resultados alcanzados, se planteó dar continuidad a las acciones de prácticas y obras conservacionistas en laderas y cauces de la cuenca de Pátzcuaro para el periodo 2014-2017.

Por una parte, se realizó un diagnóstico detallado para identificar las necesidades de repoblación forestal para inducir la plantación en áreas compactas que incidan en la infiltración y recarga de manantiales y el acuífero; se identificaron las especies más idóneas para la repoblación forestal con base en altitud, clima, tipo de suelo y precipitación; se trabajó con los responsables del vivero Francisco J. Múgica para elaborar un programa de trabajo para la producción de planta forestal de calidad, y se reforestaron 100 ha en ocho predios de los municipios de Pátzcuaro, Erongarícuaro y Tzintzu-ntzan.

Por otra parte, se hicieron recorridos de campo por las áreas degradadas para ubicar cárcavas, donde se seleccionaron los mejores sitios para construir obras transversales (presas); se efectuaron los diseños ejecutivos de las obras; se proporcionaron materiales e insumos, y se cubrieron las necesidades específicas de mano de obra.



*Producción de planta forestal en el vivero Francisco J. Múgica.*

*Verificación Hidrogeológica en Jalapa, Veracruz*  
**TH1623.3**



**Resultados principales:**

*Las investigaciones realizadas mediante la verificación hidrogeológica arrojan como resultado la caracterización hidrogeológica de la zona y antecedentes sobre cantidad y calidad del agua descargada a través de los manantiales, cuya importancia radica en que son utilizados para el suministro de agua a diversos núcleos de la población, así como la aplicación de diversas técnicas de investigación hidrogeológica que contribuyen a conseguir el objetivo planteado.*

El proyecto de construcción de un desarrollo habitacional al sur oriente de la ciudad de Jalapa de Enríquez, Veracruz, implica un riesgo probable en la calidad y cantidad de los manantiales denominados El Chico y El Lencero, localizados aguas debajo de la zona del proyecto.

El presente estudio tiene como objetivo dilucidar si existe interconexión hidrogeológica del predio en el que se ubicará el desarrollo habitacional y los flujos de agua que alimentan a los manantiales El Chico y El Lencero. La zona de estudio se localiza hacia el sureste de la ciudad de Jalapa de Enríquez, en la porción central de Veracruz, cubriendo una superficie aproximada de 100 km<sup>2</sup>, dentro del acuífero Jalapa-Coatepec.

La metodología aplicada para la consecución de los objetivos del estudio se basa en la aplicación de diversas disciplinas de la ingeniería, geología, geofísica, hidrogeología, geoquímica e hidrología isotópica.

El análisis hidrológico mostró que el manantial El Lencero no tiene conexión mediante las corrientes superficiales que atraviesan el predio. El manantial El Chico se localiza en una cuenca vecina, por lo que no existe ninguna conexión. La verificación geológica mostró que el predio yace sobre una secuencia volcánica: el Campo Volcánico de Jalapa y los depósitos de Lahar, cubiertos por depósitos aluviales.

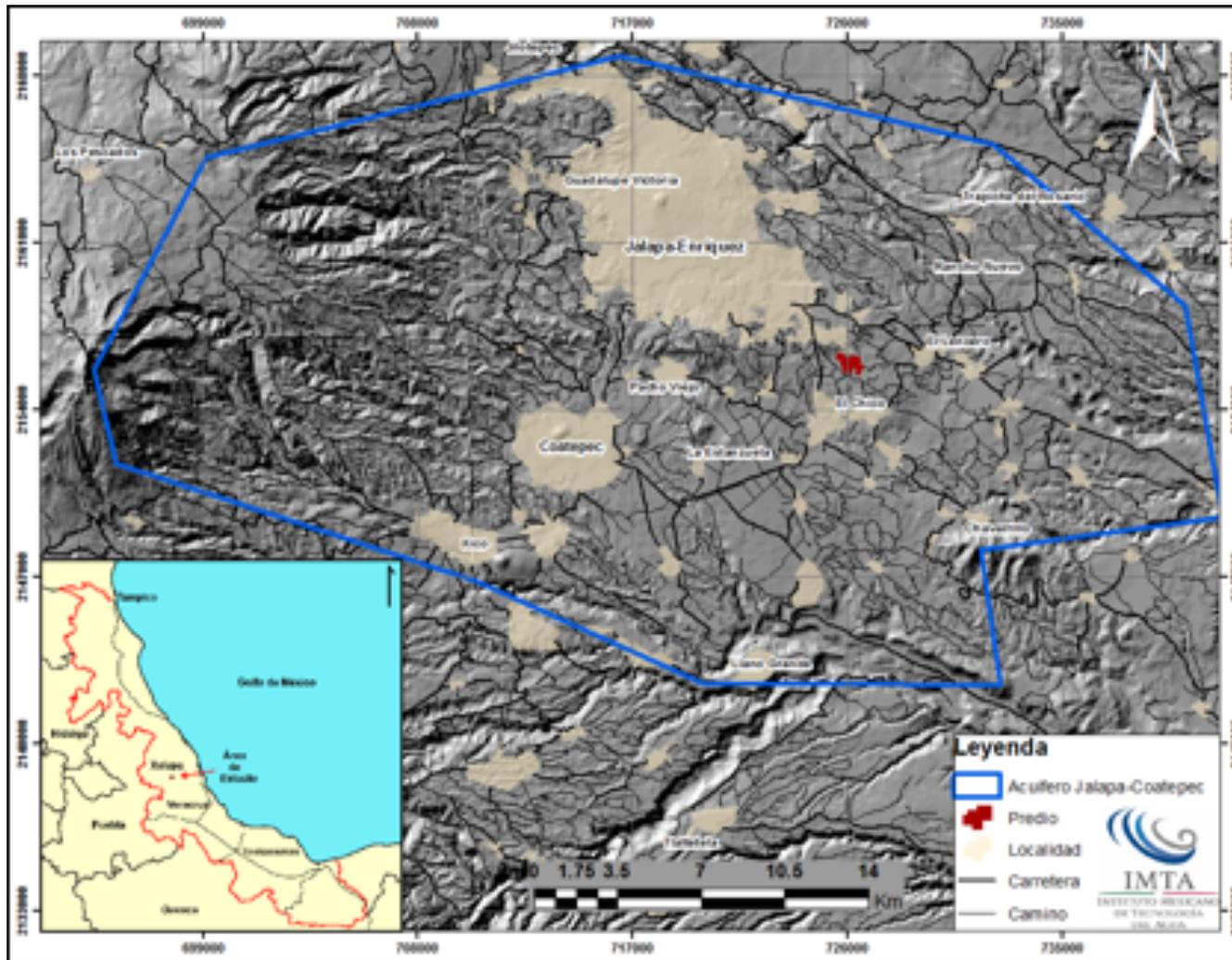
La configuración piezométrica muestra que el flujo subterráneo es del noroeste hacia el sureste. El predio se encuentra a 1 200 msnm y los manan-

tiales El Chico y El Lencero a 1 073 y 1 034 msnm, respectivamente. Se tiene la hipótesis de la presencia un acuífero superior tipo libre conformado por los depósitos de lahar, piroclastos y basaltos hasta los 300 m de profundidad, y un acuífero confinado constituido por rocas sedimentarias, a profundidades mayores a los 300 metros.

El acuífero libre está influenciado por sistemas de flujo local e intermedio, y se estima provee a los manantiales EL Lencero y El Chico. Las aguas subterráneas que circulan por las rocas sedimentarias se considera corresponden al sistema de flujo regional.

La red de flujo muestra que las líneas de flujo que circulan en la zona no tienen influencia en los manantiales El Chico y El Lencero. Se recomendó evitar captar aguas subterráneas que circulan por el acuífero libre.

El agua de laboreo captada en el interior de la mina La Platosa está constituida por una mezcla de dos componentes: una proveniente de las estructuras calizas y otra predominante que proviene del acuífero granular. Algunas captaciones de la mina presentan concentraciones de nitrato que sugieren la existencia de recirculación de agua de laboreo aplicada al riego. El agua del acuífero granular que alimenta el interior de la mina presenta un sello característico de agua congénita, cuya composición isotópica estable ha evolucionado principalmente por la acción de reducción del sulfato por bacterias.



Localización del predio y el acuífero Jalapa-Coatepec.

*Seguimiento y evaluación del proyecto de riego por gravedad tecnificado en una superficie de 50 000 ha en distritos de riego de Nayarit, Guanajuato y Sinaloa*  
**RD1524.3, RD1525.3 y RD1613.3**

El principal usuario de agua en México es la agricultura de riego, con 77% del volumen total extraído. Ante este panorama, la CONAGUA ha identificado que existe un gran potencial para mejorar el servicio y aplicación del riego parcelario en los distritos de riego del país.

Desde 2014, el IMTA participa en actividades de implantación, seguimiento y evaluación de 50 000 ha, las cuales se distribuyen así: 2 000 ha en el Distrito de Riego 043, Nayarit; 8 000 ha en el Distrito de Riego 011, Guanajuato, y 40 000 ha en distritos de Sinaloa (109, 108, 076, 075, 074, 063, 010), beneficiando a más de 4 930 productores.

A escala módulo, se ha brindado capacitación y seguimiento puntual a las actividades inherentes en la programación y manejo del servicio de riego parcelario. Se estimó que la eficiencia de aplicación promedio en los distritos asignados fue de 38.7%, valor tomado como valor de referencia. Con la implementación de actividades del Programa para la Tecnificación del Riego por Gravedad (RIGRAT), se ha incrementado gradualmente la eficiencia de riego: en el primer año agrícola (2014-2015) se logró un ahorro de 10.7 hm<sup>3</sup> a nivel fuente de abastecimiento y, en el segundo (2015-2016), el ahorro fue de 21 de hm<sup>3</sup>, con una eficiencia de aplicación del 50 por ciento.



**Resultados principales:**

*La tecnificación del riego parcelario ha incrementado la eficiencia del agua y estabilidad productiva. Derivado de la asesoría en campo, se ha logrado que el productor incremente el rendimiento de sus cultivos y, en consecuencia, eleve su calidad de vida.*

*Se han establecido parcelas demostrativas de los cultivos de maíz y trigo, donde se generaron y validaron metodologías, acciones y recomendaciones en materia de riego que han permitido a los productores mejorar la aplicación de riego en sus parcelas y conocer los resultados obtenidos con parcelas de alta productividad, usando el paquete tecnológico generado en el marco del RIGRAT.*

*Desde el punto de vista de ahorro de agua, los módulos de riego en conjunto con los productores han expresado que la aplicación correcta y oportuna del agua en los cultivos ha posibilitado reducir la lámina de agua aplicada y elevar la eficiencia sin afectar el rendimiento. Asimismo, han manifestado que para fortalecer el RIGRAT es necesario incrementar las acciones de nivelación de tierras.*



Reuniones informativas de seguimiento con productores beneficiados.

### 3. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

#### *Operación de la Entidad de Certificación y Evaluación de Competencias laborales del IMTA DP1612.1*



#### **Resultados principales:**

*Hasta fines de 2016, se han capacitado 2 500 personas, se han realizado 3 000 procesos de evaluación y se ha certificado a 2 815 personas.*

*La certificación de competencias laborales ha permitido reconocer las capacidades del personal del sector agua, que han adquirido a través de su desarrollo laboral. Asimismo, busca incrementar la productividad de las instituciones, a través del uso de las mejores prácticas laborales, en beneficio de los usuarios de los servicios que prestan.*

*Con la operación de la ECE-IMTA se busca seguir impulsando la certificación del personal, para instrumentar un Sistema Nacional del Servicio Civil de Carrera del sector agua, buscando con ello tener profesionales con las competencias requeridas para prestar servicios calidad a sus usuarios.*

En 2011, el IMTA se acreditó ante el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) como una Entidad de Certificación y Evaluación de Competencias Laborales (ECE). Actualmente, la ECE-IMTA cuenta con la acreditación de: 17 estándares, un centro de evaluación en Baja California y treinta evaluadores, lo que permite tener la capacidad de atender las solicitudes de diversos clientes para capacitar, evaluar y certificar a su personal.

Como parte de la operación de la ECE-IMTA se acreditó a 43 nuevos evaluadores, y se renovó la acreditación de 17 estándares de competencia, la acreditación de treinta evaluadores y la del centro de evaluación CEA Baja California. Asimismo, se realizó la auditoría de seguimiento a la operación de la ECE-IMTA, misma que resultó favorable.

Con el fin de apoyar el desarrollo y la mejora de competencias del personal del IMTA, se organizaron dos cursos-taller Impartición de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal; dos cursos-taller Evaluación de la competencia de candidatos con base en estándares de competencia”, y el curso-taller Diseño de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal, sus instrumentos de evaluación y manuales del curso, para personal del Instituto.

También, con el fin de incrementar la capacidad institucional para certificar competencias laborales en el sector hídrico, se realizaron 134 procesos de evaluación a especialistas del IMTA, con el fin de formarlos como evaluadores en diversos temas.

Se llevó a cabo la verificación externa al Centro de Evaluación de Baja California, la verificación externa a dos evaluadores de la ECE-IMTA en sus dos modalidades: presencial, durante la evaluación que se realizó en la ciudad de Perote, Veracruz, y de manera documental, con la revisión de veinte portafolios de evidencias, para un evaluador, y 13 portafolios de evidencias para el otro evaluador.



*Evaluador del IMTA hace recopilación de evidencias en un proceso de evaluación en el EC0215.*

*Cursos técnicos hídricos 2016, para formación de servidores públicos de la CONAGUA*  
**DP-1625.3**

 **Resultados principales:**

*Con esta capacitación, la CONAGUA puede dar respuesta de manera más expedita a las demandas sobre problemas relacionados con el recurso agua, disminuyendo los costos de inversión por daños o déficit derivados la una atención deficiente. Mediante la formación de recursos humanos, el IMTA coadyuva en la generación de mayor conocimiento científico y tecnológico del sector, que permiten elevar la calidad de vida de todos los ciudadanos en las diferentes regiones del país.*

La CONAGUA y el IMTA establecieron un convenio de colaboración a fin de llevar a cabo el proyecto Cursos técnicos hídricos 2016, para la formación de los servidores públicos de la Comisión Nacional del Agua a nivel nacional y nivel regional hidrológico administrativo, y así dar respuesta a las necesidades identificadas en materia de capacitación.

Durante 2016, se impartieron un total de 12 cursos presenciales en diez temas, con 384 horas/capacitación, en nueve sedes del país, con una asistencia de 244 personas adscritas a cuatro subdirecciones generales, siete organismos de cuenca y 13 direcciones locales.

De igual forma, se impartieron un total de seis cursos en línea en seis temas, con 160 horas/capacitación, para 452 técnicos adscritos a tres subdirecciones generales, nueve organismos de cuenca y 12 direcciones locales.

Se elaboraron y entregaron constancias a un total de 633 participantes, 227 de cursos presenciales y 406 de cursos en línea, con calificación numérica de 70 a 100 puntos.



*Prácticas del curso Topografía con GPS y estación total, San Luis Potosí.*

*Servicios integrales para la preparación e impartición de cursos especializados en materia hídrica, dirigidos a servidores públicos involucrados en el manejo del recurso hídrico y personal de organismos operadores de agua*  
**DP1624.3**

La Gerencia de Fortalecimiento a Organismos Operadores de la CONAGUA solicitó al IMTA apoyo para impulsar el proyecto. Dicho servicio abona al cumplimiento de las metas de educación continua y capacitación en el sector, y como un instrumento en materia de fortalecimiento de los organismos operadores, tanto a nivel de gestión como de recursos humanos.

El objetivo general del proyecto, mejor conocido como “Escuela del Agua”, consistió en conjuntar recursos financieros, técnicos y humanos para la realización de acciones en el ámbito nacional, relacionadas con el sector hidráulico y los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento.

Se desarrollaron seis cursos de capacitación dirigidos a servidores públicos involucrados en el manejo del recurso hídrico y a personal de organismos operadores de agua: Sistema comercial; Sistema de operación, subsistema de abastecimiento de agua potable; Eficiencia energética; Gestión y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales; Análisis de costos y tarifas para los servicios, y Macro y micromedición.

Cada curso se impartió en cinco ocasiones, totalizando así treinta. Se contó con la asistencia de 25 participantes en cada uno, dando un total de 750 personas capacitadas, quienes colaboran en 98 organismos operadores de 26 estados de la república mexicana.



*Entrega de reconocimientos por participación en los cursos.*

 **Resultados principales:**

*Con la impartición de los treinta cursos mencionados, el IMTA contribuye al cumplimiento de las metas de la CONAGUA, en materia de educación continua y capacitación en el sector.*

*El fortalecimiento de las instituciones se relaciona íntimamente con el fortalecimiento de las capacidades de su personal, por lo que se busca que los 98 organismos operadores que participaron en el proyecto brinden un mejor servicio a los usuarios de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento del país.*

### Actividades de educación continua

Durante 2016 se llevaron a cabo actividades de formación de recursos humanos en las modalidades presencial y a distancia. Para este fin, se cuenta con el apoyo de un equipo interdisciplinario constituido por más de 230 especialistas de las diferentes áreas técnicas del Instituto.

A través del Programa Anual de Educación Continua (PAEC), se celebraron 21 cursos de capacitación presenciales en los temas: Operación de plantas de tratamiento de lodos activados, Simulación de redes de distribución de agua potable con EPANET, Evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales, Análisis fisicoquímicos en muestras de agua para las NOM 001 SEMARNAT y NOM 002 SEMARNAT 1996, Modelación unidimensional de ríos con HEC-RAS, Diseño y simulación de alcantarillado pluvial y sanitarios con el uso del SWMM. En total, se impartieron 595 horas-capacitación para 279 participantes, lográndose así un total de 7 660 horas/hombre capacitación.

En la modalidad a distancia, durante este año se diseñaron cuatro cursos: Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua residual, Procesos de tratamiento de aguas residuales, Muestreo de calidad del agua en cuerpos receptores y aspectos de gestión y control de calidad y Fundamentos para la operación de invernaderos para la producción hortícola. Se cuenta con una cartera de 12 cursos y el diplomado en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Complementariamente, en proceso de validación se encuentran cuatro cursos: Muestreo de calidad del agua en cuerpos receptores y aspectos de gestión y control de calidad, Fundamentos para la operación de invernaderos para la producción hortícola, Modelación unidimensional de ríos con HEC-RAS y Conflictos y gobernabilidad para la gestión integrada del agua.

Seis de los cursos disponibles formaron parte del Programa de Capacitación Técnica 2016, dirigido a personal de la Comisión Nacional del Agua.

Otras evaluaciones



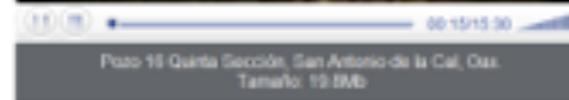
Otras evaluaciones que afectan el rendimiento del pozo y equipo de bombeo

Lea con atención la siguiente información, para ver el video utilice la barra de control. Al terminar haga clic en el botón Siguiente.

El rendimiento del pozo puede ser **afectado por la calidad del agua subterránea**. Del mismo modo, la calidad del agua, física y química, es un buen indicador de áreas con problemas potenciales y que deberían ser monitoreadas regularmente. La producción excesiva de arena indica problemas con el terminado del pozo y producirá un desgaste excesivo del equipo de bombeo.

La **calidad química del agua** indica el tipo de minerales disueltos en agua subterránea y ayudará en el diseño de un programa de mantenimiento si se sospecha que la depositación mineral es la causa del descenso del rendimiento del pozo.

El **video registro** del interior del pozo es una herramienta que puede ayudar en el mantenimiento del pozo. El registro del pozo (*video log*), puede ser grabado y revisado como una ayuda en el diseño de un **programa de mantenimiento o rehabilitación**.



68

## Posgrado IMTA

El objetivo del Posgrado IMTA radica en mantener la operación de los programas: Maestría y Doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua, Maestría en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, y Maestría y Doctorado en Ingeniería Civil/Hidráulica y Ambiental/Agua.

Durante 2016, en total se impartieron 147 asignaturas curriculares y ocho cursos extracurriculares, lo que suma 21 625 horas de clase; esto representa un incremento del 14.6% respecto al 2015. La demanda estudiantil es de noventa estudiantes, 68 en maestría y 22 en doctorado. La eficiencia terminal de todos los programas de posgrado por cohorte a diciembre fue de 62 por ciento.

Para la formación de los alumnos, el posgrado cuenta con dos laboratorios de investigación, sala de videoconferencias, aulas y el Centro de Conocimiento del Agua, el cual cuenta con 31 491 títulos en sus colecciones “General”, “Consulta” y “Normas”. Además, tiene 7 786 mapas, 997 tesis, 3 570 informes de proyectos, 361 discos compactos, 1 320 documentos en formato electrónico, 457 títulos de revistas y 671 documentos en el Repositorio Institucional del IMTA.

Además de lo logrado hasta la fecha, el posgrado se propone realizar diversas acciones durante el 2017,

como abrir la convocatoria 2018-1, con miras a incrementar el ingreso de alumnos de posgrado: treinta alumnos de maestría y diez de doctorado. De igual forma, se planea tomar las medidas necesarias para que el Posgrado de Maestría en Ciencias y Tecnología del Agua ingrese al Programa Nacional de Posgrados de Calidad del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Con las actividades que se efectúan en el Posgrado, el Instituto mantiene el compromiso con sus objetivos fundacionales y reconoce la importancia de formar a los nuevos especialistas que establecerán los cambios en la ciencia, tecnología y gestión del agua que requieren el país y el mundo.



Programa	Estudiantes				Eficiencia terminal (%)
	Inscritos	Bajas	Con créditos terminados	Graduados	
Maestría en Ciencias y Tecnología del Agua	14	2	12	8	57%
Maestría en Ciencias del Agua	59	20	39	32	54%
Doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua	37	25	12	11	30%
Maestría en Ingeniería Civil/Hidráulica	61	4	57	44	72%
Maestría en Ingeniería Ambiental /Agua	52	1	51	44	85%
Doctorado en Ingeniería Civil /Hidráulica	5	0	5	2	40%
Doctorado en Ingeniería Ambiental /Agua	5	0	5	4	80%
<b>Total</b>	<b>233</b>	<b>52</b>	<b>181</b>	<b>145</b>	<b>62%</b>

*Capacitación para fortalecer la participación social del Apartado Rural del Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (PROAGUA)*  
**CP 1633.3**

El Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Locidades Rurales, ahora Apartado Rural (APARURAL) del PROAGUA, se conforma por tres componentes: Infraestructura, Atención social y participación comunitaria (ASYPC) y Desarrollo institucional. El componente ASYPC tiene el cometido de inducir la sostenibilidad de los servicios a través de incorporar a la población beneficiaria, quien participa mediante la formación de comités responsables de operar y mantener las obras.

El personal de las instancias ejecutoras del programa supervisa el desempeño de los comités; sin embargo, esta resulta limitada debido a que atiende múltiples actividades.

El IMTA desarrolló una estrategia de capacitación orientada a reforzar la ejecución del componente ASYPC y, paralelamente, diseñó un esquema de vinculación con universidades que ayude a las instancias ejecutoras a mejorar el funcionamiento de los comités e incidir en la sostenibilidad de las obras construidas.

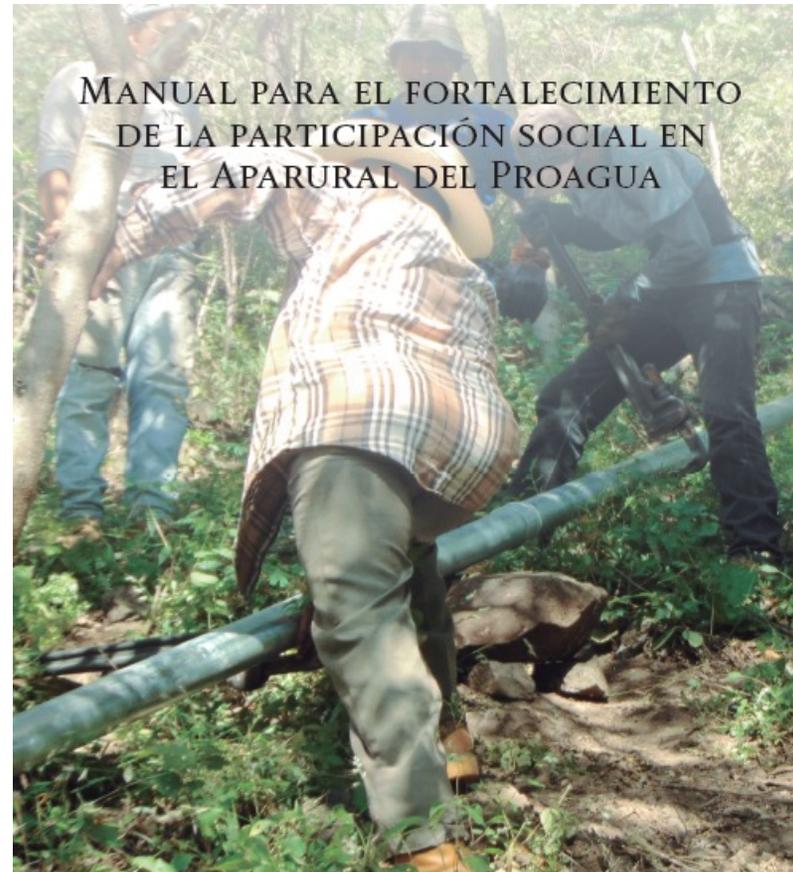


**Resultados principales:**

Como materiales de capacitación se elaboraron: el Manual para el fortalecimiento de la participación social en el APARURAL del PROAGUA, y ocho guías y ocho videos; cuatro de ellos dirigidos a promotores y cuatro a comunidades rurales.

Se impartieron cinco cursos de capacitación, uno por estado, a personal de la CONAGUA y de las comisiones de agua y saneamiento de Chiapas, Campeche, Tabasco, Estado de México y Chihuahua.

Se recomienda desarrollar un esquema de colaboración con universidades públicas de las entidades federativas mencionadas, a fin de proponer alternativas en las que estudiantes universitarios fortalezcan el desempeño de las instancias ejecutoras.

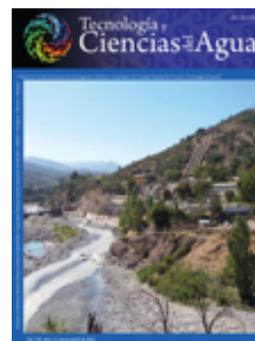
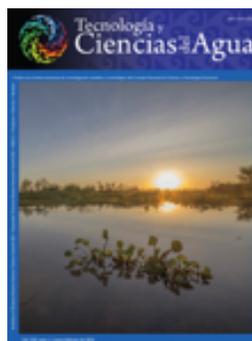


## 4. PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO

En 2016, la revista Tecnología y Ciencias del Agua (TyCA) publicó 64 trabajos —artículos y notas— en los siguientes números: vol. VII, núm. 1, enero-febrero; vol. VII, núm. 2, marzo-abril, y vol. VII, núm. 3, mayo-junio, vol. VII, núm. 4, julio-agosto; vol. VII, núm. 5, septiembre-octubre, y vol. VII, núm. 3, noviembre-diciembre. El vol. VII, núm. 5, septiembre-octubre, fue un número especial sobre inundaciones y sequías. Para finales de 2016 se tenían en proceso de arbitraje 137 artículos y notas.

En cuanto a la distribución de artículos en PDF a texto completo, se entregaron 1 110 a solicitud de usuarios de 21 países: Alemania, Argentina, Bélgica, Bolivia, Chile, Chipre, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, Estados Unidos, Francia, Mauritania, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Portugal, Reino Unido y Venezuela.

Su página web reportó 78 043 sesiones (66 581 usuarios): 65.71% desde México y 34.29% desde el extranjero. Los diez países que más la visitan son, en orden descendente: México, Colombia, Perú, España, Ecuador, Argentina, Venezuela, Estados Unidos, Chile y Bolivia. De igual forma, TyCA tuvo presencia en redes sociales: Facebook, con 1 301 likes a la página y una interacción por día de 400 personas en promedio; en LinkedIn sumó 1 561 contactos en la red, 35 visualizaciones a la página trimestralmente (48%, mujeres y 52% hombres) y en Twitter se tuvo 155 seguidores.



Con respecto a la revista digital de divulgación Agua Simple, se publicó el número “Cambio climático”, donde participaron el Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios (CETIS) 12 de Jiutepec, Morelos, y el Colegio Espíritu Santo de Sao Paulo, Brasil. La edición fue bilingüe: español-portugués.

En su página web se registraron 47 587 sesiones (42 364 usuarios): 47.58% desde México y 52.42% desde otros países. Los diez países que más la visitaron, en orden descendente son: México, Colombia, Perú, Argentina, España, Rusia, Ecuador, Venezuela, Chile y Estados Unidos.

En cuanto a su presencia en redes sociales, la revista en Facebook presentó 1 296 likes a la página e interacción con 100 personas al día en promedio (58% mujeres y 41% hombres); en Twitter, tiene 316 seguidores; en YouTube cuenta con 239 suscriptores y 55 685 visualizaciones.

Agua Simple participó en las Jornadas Juveniles de la XXXVII Feria Internacional del Libro, celebradas en el Palacio de Minería, en la Ciudad de México, difundiendo el número dedicado al tema “Agua y Universo”, así como en la Plaza Madrigal de las Altas Torres, en Quiroga, Michoacán; también se promocionó en la Feria Internacional del Libro de Guadalajara, 2016.



## 5. COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL

La cooperación técnica y científica internacional del IMTA da continuidad a sus acciones para encauzar hacia el cumplimiento del objetivo 6 del Programa Nacional Hídrico. Así, sus actividades en 2016 se fundamentaron en tres de sus líneas estratégicas:

### **Consolidar la cooperación técnica internacional en materia de agua con países interesados en la experiencia mexicana**

Se consolidó la colaboración en los proyectos de cooperación a terceros con: la Agencia Japonesa de Cooperación, con quien se finalizó el Tercer curso internacional sobre sistemas naturales de tratamiento de aguas y lodos residuales, su reúso y aprovechamiento (segunda fase), con asistencia de cinco países de Centroamérica y el Caribe; con la Agencia Alemana de cooperación GIZ, el proyecto Reúso del agua residual con propósitos agrícolas, cuyo país beneficiado es Bolivia y, con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con el Programa de Capacitación Soil and Water Conservation.

El IMTA participó en este último programa, dirigido a 25 técnicos de 13 países del Caribe, para impulsar el desarrollo de la agricultura en esta región, realizando capacitación a productores, técnicos, funcionarios, tomadores de decisiones de instituciones del sector agrícola y medio ambiente.

Los talleres fueron dirigidos a necesidades específicas y a la transferencia de experiencias para apoyar el mejoramiento de la productividad agrícola, y así obtener mayor impacto en la población agrícola del Caribe.

### **Apoya el IMTA al Banco Mundial para la difusión del conocimiento en materia de gestión de los recursos hídricos con Kenia**

En el marco de las acciones entre México y el Banco Mundial, IMTA compartió su experiencia en materia de descentralización en la gestión de recursos hídricos con Kenia.

En mayo, una delegación conformada por representantes del Banco Mundial, la CONAGUA y altas autoridades kenianas del Ministerio de Agua y Riego, del Parlamento de Kenia, de Hacienda y Tesorería Nacional, así como de la Unidad de Gestión de Proyectos y la Junta Nacional de Riego, visitaron el IMTA para el intercambio de experiencias en el sector agua.

### **Cooperación en el ámbito de la gestión de la recarga de acuíferos entre la Dirección General de Aguas, CAZALAC y el IMTA**

En el marco del Acuerdo de Asociación Estratégica (AAE) suscrito entre la República de Chile y los Estados Unidos Mexicanos, se desarrolló la Segunda Gira Tecnológica en México para el proyecto Cooperación en el ámbito de la gestión de la recarga de acuíferos (Managed Aquifer Recharge, MAR) entre la Dirección General de Aguas (Chile), CAZALAC (ALC) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA-México), financiado de acuerdo con lo establecido por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile-México.

El objetivo fue compartir y conocer la experiencia mexicana y chilena en cuanto a la recarga artificial de acuíferos como una herramienta de gestión, y visitar proyectos piloto y obras de recarga artificial de acuíferos. Durante la visita, se acordó la conveniencia de suscribir la firma de un Acuerdo de Cooperación Internacional entre el IMTA y la Dirección General de Aguas de la República de Chile.

### **Estados Unidos de América**

Se recibió la visita del Vicepresidente Asociado de Investigación y Servicio Público, Ph.D. José U. Toledo, de la Universidad Estatal de Virginia Occidental, para revisar áreas de interés conjunta en posgrado en los temas de riego y drenaje y calidad del agua.

### **Canadá**

La colaboración tiene por objeto establecer las bases para desarrollar de manera conjunta un sistema sencillo y eficiente para el tratamiento de aguas residuales de la industria de fabricación del tequila denominado Tratamiento de aguas residuales de proceso de producción de tequila, el cual tomará como mecanismo de mejora y adaptación el proceso BIOTROP®, patentado conjuntamente por el CRIQ y el IMTA, para lo cual se negocia el Acuerdo de Cooperación Tripartita entre el IMTA, el Instituto Politécnico Nacional y el Centro de Investigaciones Industriales de Quebec, Canadá.

### **España**

Se estableció el acuerdo de cooperación entre el IMTA y el grupo Tragsa (GT) de España.

Instituciones como el IMTA y GT están consolidadas como instrumentos de apoyo a la sociedad y con un amplio bagaje en materia de investigación, desarrollo e innovación. Este acuerdo se enfocará a temas como: tratamiento y calidad del agua; desarrollo profesional e institucional; hidráulica; hidrología; comunicación, participación e información, y riego y drenaje.

### **El salvador**

Se dio asistencia y pasantía técnica para el diseño y manejo de reservorios de agua de lluvia y flujos de escurrimiento superficial para el consumo humano y diversos usos productivos.

### **Cuba**

Se trabajó en el Proyecto 1 Evaluación de la influencia de derrames de cobre acidulado sobre el ecosistema fluvial, mediante el análisis de la frecuencia y severidad de deformidades en estructuras de la cápsula cefálica de larvas de 4to instar de taxones seleccionados de quironómidos.

### **Reforzar la relación con organizaciones multilaterales e internacionales líderes en el tema del agua**

El Instituto mantiene estrecha relación con la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), a través del Programa Hidrológico Internacional (PHI). Las acciones que dan sustento a ello son el Comité Nacional Mexicano del PHI (CONAMEXPHI) y su participación en las reuniones del Consejo Inter-gubernamental. Recientemente el IMTA, conjuntamente con el Instituto de Ingeniería de la UNAM, ha propuesto la creación del Centro Categoría 2 de Seguridad Hídrica.



*Visita a la cuenca Guanapo, en Trinidad y Tobago.*

## UNESCO

### *Cátedra UNESCO-IMTA: El agua en la sociedad del conocimiento*

Para hacer posible la seguridad hídrica de nuestro país, es necesario crear capacidades a fin de que la sociedad comprenda y asimile el conocimiento sobre los recursos hídricos.

La capacidad instalada, fortaleza institucional y capital cognitivo del IMTA hacen que sea el espacio idóneo para favorecer la transición hacia la sociedad del conocimiento en materia de agua. La misión del Instituto está en concordancia con los objetivos de la Cátedra, al buscar mecanismos que permitan a la sociedad pasar de la adquisición de la información a la apropiación del conocimiento.

Durante 2016, la Cátedra Unesco-IMTA: El agua en la sociedad del conocimiento llevó a cabo diversas acciones en materia de difusión del conocimiento, formación de recursos humanos y divulgación del conocimiento.

Se celebró la Reunión de Coordinación Cátedras Unesco en temas de agua para América Latina y el Caribe, que tuvo como objetivo discutir temas relacionados la participación de las cátedras en programas y grupos del Programa Hidrológico Internacional (PHI). La reunión contó con la participación de seis cátedras y el Coordinador del PHI-LAC. También, en seguimiento a la reunión de las cátedras Unesco, se llevó a cabo otra reunión virtual que contó con la participación de seis representantes de las cátedras.

La Cátedra organizó el seminario Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos en un contexto de cambio climático en las instalaciones del IMTA, con una asistencia total de 373 personas.

Se participó en la organización del seminario Planeación Estratégica en políticas del medio ambiente, enfocado a servidores públicos, donde se tuvo una participación total de 292 personas.

Como parte del seminario anual de la Cátedra, se celebró el Seminario Nacional de Mediación, negociación y construcción de acuerdos en conflictos por el agua en las instalaciones del IMTA, al cual asistieron alrededor de noventa personas.

La Cátedra apoyó la celebración del Primer Seminario Internacional de Periodistas científicos: agua y conocimiento, realizado en el Salón de Seminarios Ignacio Chávez de la Universidad Nacional Autónoma de México, con la participación de cuarenta personas.

En continuidad a las acciones de acercamiento con medios de comunicación, se organizaron dos seminarios para periodistas: Vulnerabilidad hídrica de México ante el Cambio Climático, en el cual participaron treinta periodistas, y Problemas y retos en torno al agua y la producción de alimentos en México: oportunidades para el desarrollo sustentable del sector hidroagrícola, al que asistieron 15 periodistas.

Se efectuaron dos conferencias magistrales: Agua y derechos humanos, con más de cien asistentes, y Perspectivas en materia de aguas transfronterizas, que contó con la participación de 121 personas.

Junto con la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe, se produjo el video testimonial Agua y empleo, proyectado el Día Mundial del Agua.

Se organizó un ciclo de cine donde se proyectaron seis películas con temática del agua, que incluyeron un espacio de debate. En total, se contó con la asistencia de setecientas personas.

En cuanto al órgano de comunicación de la Cátedra, se hicieron actualizaciones diarias al portal Atl ([www.atl.org.mx](http://www.atl.org.mx)), con base en noticias relacionadas a la sociedad del conocimiento, medio ambiente, tecnología y agua.

En todo el año se tuvo registro de 452 895 visitas y, de manera complementaria, se enviaron mensualmente boletines electrónicos con las novedades del sitio y anuncios sobre los eventos organizados por la Cátedra y el Instituto.

*Incrementar y diversificar la cooperación con países desarrollados y organizaciones internacionales, para consolidar el esquema de sociedad del conocimiento*

Dentro de esta línea, se desarrolla el proyecto Análisis del impacto del cambio climático y variabilidad climática en el recurso hídrico para la planeación de riego de la cuenca del río Yaqui, con la Universidad de Sydney, Australia.

El IMTA participa en la organización del Comité Científico del 23 Congreso Internacional de Riego y Drenaje, y la 68 Reunión del Consejo Ejecutivo Internacional del International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), para lo cual hizo la presentación en el II Foro Mundial de Irrigación y 67 Consejo Ejecutivo Internacional del ICID, en Chiang Mai, Thailand.

78



*Cátedra UNESCO-IMTA: El agua en la sociedad del conocimiento*

## 6. OTRAS ACTIVIDADES RELEVANTES

### *Migración de contenidos del portal IMTA al portal gob.mx, como parte de la estrategia digital CP 1615.2*

En 2015, la Semarnat coordinó lo relacionado con el Acuerdo por el que se establecen las disposiciones generales de accesibilidad web que deben observar las dependencias y entidades de la administración pública federal y las empresas productivas del estado. Acorde con el decreto por el que se establece la Ventanilla Única Nacional para los Trámites de Información del Gobierno, en su artículo 3º se establece: dotar de una imagen institucional integral y homogénea que permita a las personas identificar los diversos canales de atención e integrar la información de las dependencias, entidades y empresas productivas del Estado como único sitio institucional del Gobierno Federal, para que la sociedad encuentre más fácil la información que requiere del gobierno.

Por lo anterior, fue necesario llevar a cabo la migración de contenidos hacia el portal gob.mx.

Con base en el modelo de comunicación digital de la Administración Pública Federal, se inició el plan de migración en materia de información del gobierno, establecido por la Unidad de Gobierno Digital, y se atendieron las recomendaciones para homologar la imagen institucional de manera integral.

También, se revisaron y consolidaron los contenidos del sitio web institucional referentes a las áreas sustantivas del IMTA, se revisó la documentación oficial y se hizo un análisis y selección de los contenidos princi-

pales del sitio web institucional para publicarlos en la plataforma gob.mx, con base especificaciones para la redacción, estilo y alcance de los contenidos a publicarse en los sitios web del gobierno.

En agosto, se realizaron los trabajos necesarios para redireccionar el portal institucional www.imta.gob.mx a la plataforma www.gob.mx/imta, atendiendo oportunamente todas las consideraciones de la Administración Pública Federal.

### **Celebración del 30 Aniversario del IMTA**

Las celebraciones del 30 Aniversario del IMTA fueron ocasión para hacer un recuento, con el sector y la sociedad, de lo que hemos aportado a la gestión del agua en el país, e identificar los retos futuros para el Instituto en torno a las grandes metas nacionales del agua.

En este marco, se llevaron a cabo 18 eventos técnicos, institucionales, culturales y deportivos, entre los que sobresalen: los seminarios Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos y Cauces de innovación hidroagrícola; la presentación de la colección digital: “Revista Tecnología y Ciencias del Agua: heredera de 86 años de conocimiento hídrico en México”; la organización de dos encuentros con medios de comunicación, uno sobre el libro Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, y otro referente a problemas y retos en torno al agua y la producción de alimentos en nuestro país, así como el Sorteo Especial de la Lotería Nacional, efectuado el 7 de agosto.

También, se editaron dos libros conmemorativos: Treinta años en la historia del IMTA. Memoria, y Treinta años en la historia del IMTA. Testimonios.



### **Resultados principales:**

*En total, se migraron 434 elementos de contenido a la plataforma gob.mx.*

*Se cumplió un requerimiento presidencial, como parte de la estrategia del Plan Nacional de Desarrollo.*

The screenshot shows the top navigation bar of the gob.mx website with links for Trámites, Gobierno, Participa, Datos, and a search field. Below this is a secondary menu with links for Blog, Multimedia, Prensa, Agenda, Acciones y Programas, Documentos, Transparencia, and Contacto. The main banner features the IMTA logo (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) and the Mexican national coat of arms. Below the banner, there are logos for SEMARNAT, IMTA, and El Colegio de México. The main content area displays a blue banner for a dialogue event titled "¿QUÉ HA PASADO A CINCO AÑOS DE LA REFORMA CONSTITUCIONAL?" with details about the book "Derecho Humano al Agua y al Saneamiento", the date (9 de febrero de 2017), and the location (Auditorio Alfonso Reyes, Ciudad de México). To the right of the banner is a news article snippet with the title "¿Qué ha pasado a 5 años de la reforma constitucional?" and the date "martes, 10 de enero de 2017".

**Programa de Posgrado 2016**

El IMTA presentó la convocatoria para su Programa de Posgrado 2016



**Curso Modelación Hidrogeoquímica Con Phreeqc 3.0 Y Geochemist's Workbench 11.0**

El IMTA presentó la convocatoria para su Programa de Posgrado 2016



## 7. PREMIOS Y DISTINCIONES

*Destacada mención al IMTA, en la XXXIV Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*

Del 29 de febrero al 3 de marzo de 2016 se llevó a cabo en Ciudad de México el XXXIV periodo de sesiones de la Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Como parte de la conferencia, el 2 de marzo se celebró el panel “Cooperación Sur-Sur y cooperación triangular para la erradicación del hambre y de la pobreza rural y para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe”, presidido por el Dr. José Graziano da Silva, director general de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); el embajador Bruno Figueroa Fischer, de la Agencia Mexicana de

Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexcid); Gloria Abraham, representante del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en México, así como representantes del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y del Programa Mundial de Alimentos (PMA).

En su intervención, el embajador Figueroa Fischer destacó el proyecto que la Amexcid estableció con el IMTA sobre el Corredor Seco Mesoamericano, el cual consta de una serie de propuestas de cooperación técnica en el marco de la Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental, para aumentar la resiliencia de la región ante la sequía.



- Se obtuvo la patente Reactor biológico para el tratamiento de efluentes contaminados a base de vermifiltración.

Autores: Lina María Cardoso Vigueros, Mercedes Esperanza Ramírez Camperos y Marco Antonio Garzón Zúñiga. Certificado de acuse, 27 de octubre, 2016.

- Se obtuvo la patente Remoción de arsénico por electrocoagulación utilizando un reactor a flujo de pistón y un tren complementario de tratamiento conformado por floculación mejorada, sedimentación y filtración.

Autores: Alejandra Martín Domínguez, Martín Piña Soberanis, María de Lourdes Rivera Huerta, Sara Pérez Castrejón, José Edy García Espinoza, Víctor Hugo Alcocer Yamanaka y Ariosto Aguilar Chávez. No. 339216, 13 de mayo, 2016.

- Se obtuvo la patente Reactor para remoción de sílice de agua subterránea para su uso como agua de repuesto en torres de enfriamiento.

Autores: Silvia Lucila Gelover Santiago, Ariosto Aguilar Chávez, Sara Pérez Castrejón, Iván Emmanuel Villegas Mendoza y Alejandra Martín Domínguez.

Solicitud de registro: No. MX/u/2016/000308, 26 de julio, 2016.

- María Antonieta Gómez Balandra fue evaluada y seleccionada para participar en el Seminario de Transdisciplinariedad 2016 (Professional Development Seminar (PDS) on Transdisciplinary Approaches to Linking Policy and Cience for Sustainability), celebrado del 27 de noviembre al 4 de diciembre, en Puerto Plata, República Dominicana.

- Conforme a la Entidad Mexicana de Acreditación A. C., el laboratorio de Calidad del Agua confirma su acreditación, con ampliación en el número de signatarios, de conformidad con la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC 17025:2005), Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.





**Anexos**

---

## 1. VINCULACIÓN CON CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO Y UNIVERSIDADES

Proyecto	Institución	Objetivo
<p><b>Formación de los recursos humanos en los campos del conocimiento en Ingeniería Ambiental/Agua, Ingeniería Civil/Hidráulica</b></p>	<p>Universidad Nacional Autónoma de México</p>	<p>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.</p>
<p><b>Investigación sobre Cultura Hídrica en México y Latinoamérica.</b></p>	<p>Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la Universidad de Talca, Chile</p>	<p>Generar información sobre la situación que guarda la cultura hídrica en México y Latinoamérica, a fin de apoyar la formación de gestores y promotores de Espacios de Cultura del Agua en el país y su transferencia a un país de América Latina.</p>

## 2. ADMINISTRACIÓN

<b>ENTIDAD: RJE Instituto Mexicano de Tecnología del Agua</b>		<b>SECTOR : 16 Medio Ambiente y Recursos Naturales</b>	
<b>INGRESOS</b>	<b>MONTO</b>	<b>EGRESOS</b>	<b>MONTO</b>
<b>TOTAL DE RECURSOS</b>	<b><u>768,397,712</u></b>	<b>TOTAL DE RECURSOS</b>	<b><u>768,397,712</u></b>
<b>DISPONIBILIDAD INICIAL</b>	<b><u>247,491,818</u></b>	<b>GASTO CORRIENTE</b>	<b><u>456,429,771</u></b>
<b>CORRIENTES Y DE CAPITAL</b>	<b><u>287,717,246</u></b>	SERVICIOS PERSONALES	187,482,961
<b>VENTA DE BIENES</b>	244,718	DE OPERACIÓN	255,834,663
		OTRAS EROGACIONES	13,112,147
<b>VENTA DE SERVICIOS</b>	259,683,006	<b>INVERSIÓN FÍSICA</b>	<b><u>16,757,094</u></b>
<b>INGRESOS DIVERSOS</b>	27,789,522	BIENES MUEBLES E INMUEBLES	15,353,495
		OTRAS EROGACIONES	1,403,599
<b>SUBSIDIOS Y TRANSFERENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL</b>	<b><u>233,188,648</u></b>		
<b>TRANSFERENCIAS</b>	233,188,648		
<b>CORRIENTES</b>	233,188,648		
<b>SERVICIOS PERSONALES</b>	186,164,666		
<b>OTROS</b>	47,023,982		
<b>SUMA DE INGRESOS DEL AÑO</b>	<b><u>520,905,894</u></b>	<b>SUMA DE EGRESOS DEL AÑO</b>	<b><u>473,186,865</u></b>
		<b>DISPONIBILIDAD FINAL</b>	<b><u>295,210,846</u></b>

### 3. PROYECTOS 2016 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 sus dinámicas 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 posibilitan a las diferentes disciplinas articular la información, habilidades y conocimiento de los expertos para así colaborar en la solución de problemas complejos.

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

Clave	Nombre del proyecto
HC1420.4	Espacios de educación ambiental y cultura del agua.
HC1422.4	Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Etapa 4.
HC1423.4	Fortalecimiento a la transferencia de tecnologías apropiadas.
HC1424.4	Seguimiento, transferencia y rehabilitación de humedales artificiales.
HC1425.4	Acciones de eficiencia de los OOAPAS ribereños.
HC1427.4	Sistema de captación de agua de lluvia en escuelas rurales.
RD1611.4	Prácticas y obras para la repoblación forestal y conservación de suelos.
RD1612.4	Proyecto piloto de sistema de captación de agua de lluvia para riego.
TC1525.4	Control de malezas acuáticas y recuperación de las especies emblemáticas.

### Investigación y desarrollo tecnológico para sanear las cuencas de los ríos Yauतेpec y Cuautla, en el estado de Morelos, con enfoque holístico

Clave	Nombre del proyecto
TC1602.1	Métodos analíticos para determinación de compuestos emergentes en agua. Parte 3.
TC1603.1	Estrategia para potabilización de agua en las cuencas de los ríos Yauतेpec y Cuautla, Mor., con un enfoque holístico. Tercera Etapa.
TC1604.1	Tecnologías para la remoción de contaminantes emergentes, nutrientes y producción de energía en aguas y lodos residuales para cuencas hidrográficas del estado de Morelos (tercera etapa).
TC1605.1	Indicadores de integridad ecológica y salud ambiental para la cuenca del río Yauतेpec, Mor. Tercera Etapa.

### 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.
HC1333.4	Diagnóstico integral de planeación y modelación hidráulica en las cabeceras municipales de Campeche (Campeche), Benito Juárez (Cancún) y Mérida (Mérida).

### Reordenamiento de la cuenca del Río Sonora

Clave	Nombre del proyecto
TC1533.3	Remoción de metales en agua para consumo humano en treinta fuentes de abastecimiento de la cuenca del río Sonora.
TC1539.3	Programa de Biomonitorio de Riesgo Ecológico en Ecosistema Acuáticos de los Ríos Bacanuchi y Sonora.
TC1506.3	Análisis ecológico de la comunidad de macroinvertebrados de los ríos Bacanuchi y Sonora, Sonora, México.
TC1633.3	Programa de Biomonitorio de Riesgo Ecológico, Análisis Ecológico de la Comunidad de Macroinvertebrados y Evaluación de Alteración por Metales en el Mentón de Quironómidos en el Sistema Acuático de los Ríos Bacanuchi y Sonora.

### Cambio climático

Clave	Nombre del proyecto
<b>CE1101.9</b>	Proyecto de adaptación de humedales costeros del Golfo de México, ante los impactos del cambio climático.
<b>TH1516.4</b>	Análisis de metodologías para la obtención de nuevos escenarios de cambio climático a menor escala, que incluyan métodos estadísticos y métodos dinámicos para México.
<b>TH1626.6</b>	Impactos socioambientales del cambio climático registrados en la cuenca del río Conchos y del río Usumacinta, de acuerdo con criterios del IPCC 2014.
<b>DP1618.1</b>	Criterios mínimos de selección y clasificación de medidas de adaptación al cambio climático.
<b>TH1610.1</b>	Generación de estrategias y acciones del Grupo Cambio Climático en el IMTA (GCCCI).

### Programa Nacional de Sistema Bebedero

Clave	Nombre del proyecto
<b>CP1620.3</b>	Servicio de apoyo técnico para revisión, análisis y aprobación de equipos de filtración y potabilización para el Programa Nacional de Sistema Bebedero.
<b>CP1625.3</b>	Sistema de información del Programa Nacional de Bebederos.
<b>TC1620.3</b>	Servicio de apoyo técnico para revisión, análisis y aprobación de equipos de filtración y potabilización para el Programa Nacional de Sistema Bebedero.

## 4. CATÁLOGO DE PROYECTOS DESARROLLADOS (DICIEMBRE 2016)

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

INDICADOR	Transferencia de tecnología = (Número de proyectos con tecnología transferida a un usuario en ejecución en el periodo / Número total de proyectos realizados) * 100	
	2016 22.1%	Meta 2018 25%
HC1608.1	Desarrollo de algoritmo de visión computacional para la medición de velocidades superficiales de agua en cauces empleando imágenes de video.	
HC1610.1	Estudio del coeficiente de rugosidad de tuberías. Etapa 2.	
HC1611.1	Estudio de la evolución del comportamiento morfológico de bifurcaciones en ríos.	
HC1612.1	Implementación de sistemas de observación cuantitativa para el control de la seguridad estructural de obras hidráulicas.	
HC1613.1	Aportaciones a la tecnología actual contra la socavación en pilas y estribos de puente, y otras estructuras.	
HC1614.1	Dispositivo para desazolve en presas. Segunda etapa: Aplicación en campo.	
RD1604.1	Regulación del régimen de humedad del suelo en zonas tropicales.	
RD1605.1	Energía renovable para la conservación de cuencas y el desarrollo hidroagrícola sustentable.	
RD1606.1	Riego a la demanda para desarrollar una agricultura de precisión.	
RD1607.1	Aplicación de la percepción remota para el seguimiento fenológico y pronóstico de cosechas de cultivos usando drones.	
TC1602.1	Métodos analíticos para determinación de compuestos emergentes en agua. Parte 3.	
TC1603.1	Estrategia para potabilización de agua en las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla, Mor., con un enfoque holístico. Tercera etapa.	
TC1604.1	Tecnologías para la remoción de contaminantes emergentes, nutrientes y producción de energía en aguas y lodos residuales para cuencas hidrográficas del estado de Morelos (tercera etapa).	
TC1605.1	Indicadores de integridad ecológica y salud ambiental para la cuenca del río Yautepec, Mor. Tercera etapa.	
TH1606.1	Recuperación de fósforo con hidróxido de doble capa, para la protección cuerpos de agua. Segunda etapa.	

<b>TH1608.1</b>	Requerimientos para la implementación de una red nacional de monitoreo de la isotopía estable de la precipitación pluvial.
<b>TH1615.1</b>	Hietogramas tipo por región hidrológica. Etapa1.
<b>TH1616.1</b>	Detección de humedad de suelo, mediante imágenes de satélite. Segunda parte.
<b>CA1404.5</b>	Diseño y construcción de un prototipo de reactor con biomasa inmovilizada sobre un empaque sintético móvil para caudales de dos litros por segundo.
<b>DP1431.6</b>	Modelación numérica de la circulación de la Bahía de Todos Santos, BC, México.
<b>DP1623.6</b>	Generación de un inventario nacional de corrientes marinas, mareas y procesos asociados (dinámica sedimentaria) y su variabilidad bajo distintas condiciones ambientales.
<b>DP1626.6</b>	Consolidación del repositorio institucional del IMTA.
<b>HC1623.2</b>	IMTA Verde.
<b>HC1429.7</b>	Abastecimiento por captación de la precipitación pluvial en una comunidad indígena autogobernada de Michoacán.
<b>HC1629.3</b>	Estudio en modelo físico reducido de la obra de desvío.
<b>TC1414.6</b>	Investigar y modelar la cantidad y calidad del agua en la region fronteriza Mexico-Estados Unidos de America, con enfoque al control de las descargas de aguas residuales. Etapa II.
<b>TC1420.6</b>	Impacto de las actividades humanas en la calidad del agua del río Hondo, Quintana Roo.
<b>TC1443.7</b>	Investigation of the Impact of Arundo donax in México and Evaluation of Candidate Biological Control Agents.
<b>TC1514.6</b>	Caracterización de un sistema híbrido conformado por un stack de celdas de combustible microbianas-panes fotovoltaicos, para la producción de electricidad a través del tratamiento de aguas residuales y radiación solar. Primera etapa.
<b>TC1526.7</b>	Mejora en el manejo de plantas acuáticas exóticas invasoras.
<b>TH1516.4</b>	Análisis de metodologías para la obtención de nuevos escenarios de cambio climático a menor escala, que incluyan métodos estadísticos y métodos dinámicos para México.
<b>TH1519.6</b>	Dinámica de benzo(a)pireno en medios porosos y su repercusión en la contaminación del agua.
<b>TH1626.6</b>	Impactos socioambientales del cambio climático registrados en la cuenca del río Conchos y del río Usumacinta, de acuerdo con criterios del IPCC 2014.
<b>TH1632.6</b>	Evaluación de la disponibilidad de la energía y la potencia de las olas: determinación de las condiciones medias y extremas de oleaje en la zona costera.

**TH1638.6**

Evaluación experimental de estrategias para reducir la liberación de nutrientes y de mercurio en sedimentos de la presa Valle de Bravo, una fuente de agua para la zona metropolitana de la Ciudad de México.

**Objetivo 2. Formar capital humano especializado para la profesionalización y productividad del sector hídrico**

**Capacitación y posgrado = Sumatoria del producto del número de participantes de cada evento por el número de horas de educación continua y posgrado.**

**INDICADOR**

**2016                      Meta 2018**  
**89 843                      45 000**

**CP1610.2**

Organización y realización del Tercer Encuentro Iberoamericano de Educación y Cultura del Agua.

**CP1612.2**

Primer Seminario Latinoamericano de Periodismo Científico en Cultura Hídrica IMTA-UNESCO.

**CP1624.1**

Seminario: Conflictos por el agua en los pueblos indios actuales de México.

**CP1635.3**

Eventos para el personal de la Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado de Hidalgo.

**DP1607.1**

Operación del Centro de Capacitación Jiutepec del IMTA y Auditorio.

**DP1612.1**

Operación de la Entidad de Certificación y Evaluación de Competencias Laborales del IMTA.

**DP1613.1**

Operación de los programas de Posgrado del IMTA.

**DP1614.1**

Programa de Educación Continua y a Distancia.

**CP1611.2**

Elaboración de material educativo para Espacios de Cultura del Agua.

**CP1631.1**

Primer curso de sedimentos: procesos, medición y control.

**CP1638.3**

Taller de capacitación en materia de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en cuencas y acuíferos.

**DP0520.6**

Maestría y doctorado en Gestión Integral del Agua en Cuencas y Acuíferos, del Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua.

**DP1318.2**

Fortalecer la formación de los 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, en el ejercicio 2016.

**DP1433.6**

Maestría y doctorado en Ciencias del Agua, área de concentración Hidrología y Meteorología Operativa, en la modalidad de educación a distancia.

<b>DP1437.2</b>	Fortalecer y apoyar el Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería de la UNAM y coadyuvar en el desarrollo de los campos disciplinarios de Ingeniería Ambiental-Agua e Ingeniería Civil-Hidráulica, en especial en las actividades académicas desarrolladas en el campus Morelos del programa y con las siguientes entidades participantes: Facultad de Química, Instituto de Energías Renovables, Instituto de Ingeniería, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, en el ejercicio 2016.
<b>DP1624.3</b>	Servicios integrales para la preparación e impartición de cursos especializados en materia hídrica, dirigidos a servidores públicos involucrados en el manejo del recurso hídrico y personal de organismos operadores de agua.
<b>DP1625.3</b>	Cursos técnicos hídricos 2016 para la formación de los servidores públicos de la Comisión Nacional del Agua, a escalas nacional y regional hidrológica-administrativa.
<b>TH1641.3</b>	Programa de Formación 2016 para Personal Técnico del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).
<b>TH1643.3</b>	Servicios de capacitación en temas de meteorología y climatología.

**Objetivo 3. Desarrollar instrumentos que apoyen la política hídrica y administración del agua para contribuir a un crecimiento verde incluyente**

94

INDICADOR	Influencia de la investigación y desarrollo tecnológico del IMTA en la política pública y la toma de decisiones del sector ambiental = Número de proyectos vinculados con instrumentos de la política hídrica y la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos / Total de proyectos realizados) * 100	
	2016	Meta 2018
	16.8%	20%
<b>CP1623.1</b>	Bases para la creación de una asociación de organizaciones comunitarias de servicios de agua y saneamiento a escala nacional.	
<b>DP1611.1</b>	Actualización de estándares de competencia laboral para el sector hídrico.	
<b>DP1615.1</b>	Esquema de regulación económica de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para el estado de Sonora.	
<b>DP1617.1</b>	Instrumentos económicos para el manejo eficiente del agua en la región Lerma-Chapala, en dos subcuencas con alta industrialización.	
<b>DP1618.1</b>	Criterios mínimos de selección y clasificación de medidas de adaptación al cambio climático.	
<b>TH1610.1</b>	Generación de estrategias y acciones del Grupo Cambio Climático (GCCCI) en el IMTA.	
<b>CP1126.7</b>	Asistencia técnica para la introducción de tecnologías apropiadas de saneamiento en la operación del Programa Hábitat-SEDESOL, de la Secretaría de Desarrollo Social.	
<b>CP1620.3</b>	Servicio de apoyo técnico para revisión, análisis y aprobación de equipos de filtración y potabilización para el Programa Nacional Sistema Bebedero.	

<b>CP1627.3</b>	Consultoría para la transversalización del enfoque de género en el Proyecto de saneamiento de las zonas marginadas del Valle de la Sabana del Estado de Guerrero.
<b>CP1630.3</b>	Mejoras a lineamientos tarifarios para agua y saneamiento del Estado de México y estrategias para su difusión.
<b>CP1633.3</b>	Desarrollo e implementación de la estrategia de capacitación para el fortalecimiento de la participación social del Apartado Rural del Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (PROAGUA), con el fin de garantizar la sostenibilidad de las obras.
<b>CP1636.3</b>	Estudio de factibilidad ambiental y desarrollos sustentable, urbano, social y legal, a fin de generar estrategias participativas y de mediación social en la construcción de sistemas de humedales artificiales para el saneamiento del aporte del río Amanalco a la presa Valle de Bravo.
<b>HC1328.4</b>	Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán.
<b>HC1333.4</b>	Diagnóstico integral de planeación y modelación hidráulica en las cabeceras municipales de Campeche (Campeche), Benito Juárez (Cancún) y Mérida (Mérida).
<b>HC1422.4</b>	Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Etapa 4.
<b>HC1423.4</b>	Fortalecimiento a la transferencia de tecnologías apropiadas.
<b>HC1523.3</b>	Estudio para la evaluación y mejoramiento del sistema de captación y conducción de agua potable de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.
<b>HC1625.3</b>	Estudios de preinversión para el diagnóstico y propuesta de solución de la problemática pluvial de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco.
<b>HC1627.3</b>	Plan de Conservación y Control de Erosión de Suelos en el Sistema Cutzamala. Segunda etapa.
<b>HC1631.3</b>	Diseño de un sistema tipo de regulación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
<b>RD1611.4</b>	Prácticas y obras para la repoblación forestal y conservación de suelos.
<b>RD1612.4</b>	Proyecto piloto de sistema de captación de agua de lluvia para riego.
<b>RD1616.3</b>	Restauración de la microcuenca y Barranca del Carmen, municipio de Atlixco, Puebla.
<b>RD1618.3</b>	Planeación productiva de la Sierra Gorda, Querétaro.
<b>TC1609.3</b>	Estudios de preinversión para el diagnóstico y propuesta de solución de la problemática pluvial de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jal. (MIA-Regional).
<b>TC1620.3</b>	Servicio de apoyo técnico para revisión, análisis y aprobación de equipos de filtración y potabilización para el Programa Nacional Sistema Bebedero.

<b>TC1624.3</b>	Estudio de factibilidad ambiental y desarrollos sustentable, urbano, social y legal, a fin de generar estrategias de penetración y mediación social que establezcan las bases en la adquisición de predios destinados a la construcción de los sistemas de humedales artificiales para el saneamiento del aporte del río Amanalco a la presa Valle de Bravo, Estado de México.
<b>TC1627.3</b>	Estrategia de restauración de la cuenca alta del río Atoyac y sus afluentes, con especial atención a los ríos Atoyac y Alsese-ca.
<b>TC1628.3</b>	Determinación de los costos y beneficios del anteproyecto de modificación de la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminación en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
<b>TH1539.3</b>	Estudio geofísico y geohidrológico de la cuenca de Chetumal.
<b>TH1627.3</b>	Proyecto integral de drenaje pluvial de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas.
<b>TH1628.3</b>	Proyecto integral de drenaje pluvial de la ciudad de Reynosa, Tamaulipas.
<b>TH1634.3</b>	Estudios de preinversión para el diagnóstico y propuesta de solución de la problemática pluvial de la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco.
<b>TH1637.3</b>	Evaluación de la huella hídrica directa para complementar la metodología y determinar el volumen de uso eficiente de aguas nacionales.
<b>TH1645.3</b>	Estudio técnico justificativo para establecer una reserva de agua en la cuenca hidrológica del Río Verde.

**Objetivo 4. Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua**

INDICADOR	Servicios científicos y tecnológicos = (Sumatoria de proyectos que desarrolla el IMTA que prestan servicios científicos y tecnológicos / Total de proyectos del IMTA en el periodo) * 100	
	2016	Meta 2018
	67.8%	65%
<b>DP1622.3</b>	Fortalecer la capacidad institucional para atención y registro de los usuarios de aguas nacionales, calificación e inicio de procedimientos administrativos. Objetivo II.	
<b>DP1628.3</b>	Elaboración del proyecto del estándar de competencia institucional, para comprobar que los aparatos de medición cumplen con las reglas señaladas en el artículo 225, fracción I, de la Ley Federal de Derechos.	
<b>DP1640.3</b>	Fortalecer la capacidad institucional para atención y registro de solicitudes de los usuarios de aguas nacionales.	
<b>HC1424.4</b>	Seguimiento transferencia y rehabilitación de humedales artificiales.	
<b>HC1425.4</b>	Acciones de eficiencia de los OOAPAS ribereños.	

<b>HC1427.4</b>	Sistema de captación de agua de lluvia en escuelas rurales.
<b>HC1461.3</b>	Supervisión del avance de acciones del Programa de Modernización de Áreas Comerciales de los Organismos Operadores de Lerma, Metepec, Chalco, Loreto y Los Cabos.
<b>HC1518.3</b>	Supervisión del avance de acciones del Programa de Modernización del Área Comercial del Organismo Operador de Agua de Victoria, Tamaulipas (COMAPA Tamaulipas).
<b>HC1524.3</b>	Supervisión de avance de acciones del Programa de Modelación 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 (OPDM); del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca, Morelos (SAPAC), y de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali, Baja California (CESPM).
<b>HC1526.3</b>	Estudio geofísico y geohidrológico de la cuenca de Chetumal.
<b>HC1606.3</b>	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de modernización del área comercial del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Silao, Guanajuato (SAPAS).
<b>HC1607.3</b>	Estudio para verificar las propiedades de resistencia al flujo del sistema de protección contra erosión de dos Tipos de Tapetes con tres espesores.
<b>HC1618.3</b>	Supervisión de avance de acciones del Programa de Modernización del Área Comercial de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Ahome, Sinaloa (JAPAMA) y del Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento de Acuña (SIMAS).
<b>HC1619.3</b>	Estudio geotécnico-estructural del comportamiento de los apoyos marginales de los puentes Pigua I, II y III en Villahermosa, Tabasco.
<b>HC1620.3</b>	Medición de las condiciones hidráulicas en el área adyacente al puente La Pigua (río Carrizal), Tabasco.
<b>HC1621.3</b>	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 (OPDAAS) del municipio de Amecameca, Estado de México.
<b>HC1622.3</b>	Determinación de los niveles de precisión de la macro y micromedición empleada en SEAPAL Vallarta, y definición de acciones para el incremento de los valores de eficiencia física del sistema.
<b>HC1624.3</b>	Diagnósticos y proyectos ejecutivos de modernización de las áreas comerciales de la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro de los siguientes municipios: Querétaro, Corregidora, El Marqués, Huimilpan, Pedro Escobedo, Tequisquiapan, Ezequiel Montes, Amealco, Cadereyta, Colón, Jalpan y Pinal de Amoles.
<b>HC1626.3</b>	Supervisión de las acciones del proyecto ejecutivo del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPAS) de Silao, Guanajuato.
<b>HC1628.3</b>	Estudios especializados a cinco presas de almacenamiento, derivadoras y bordos en alto riesgo, del noreste del país, año 2016.

<b>HC1630.3</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas de medición instalados en presas; mantenimiento y caracterización de velocímetros mecánicos portátiles; mantenimiento y ajuste de perfiladores acústicos portátiles; mantenimiento y ajuste de perfiladores acústicos portátiles basados en el efecto Doppler montados en un barquito; mantenimiento y ajuste de velocímetros acústicos portátiles basados en efecto Doppler; identificación y mejoras en procedimientos para el análisis de información de aforos en presas y canales, y desarrollo de nuevos proyectos ejecutivos de medición para presas.
<b>HC1632.3</b>	Supervisión de las acciones del proyecto ejecutivo 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 (OPDAPAS).
<b>HC1633.3</b>	Supervisión de acciones del proyecto ejecutivo de la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro.
<b>HC1690.3</b>	Ingresos propios por servicio de evaluación de medidores.
<b>HC1691.3</b>	Ingresos propios de caracterización de molinetes de particulares y evaluación de equipos.
<b>RD1523.3</b>	Seguimiento y evaluación en 2 000 hectáreas incorporadas al proyecto de riego por gravedad tecnificado en 2014, en el Distrito de Riego 043, Nayarit.
<b>RD1524.3</b>	Seguimiento y evaluación del proyecto de riego por gravedad tecnificado en una superficie de 18 000 hectáreas, en los distritos de riego 010 Culiacán Humaya, 074 Mocorito, 108 Elota Piaxtla y 109 San Lorenzo, Sinaloa.
<b>RD1525.3</b>	Seguimiento y evaluación del proyecto de riego por gravedad tecnificado en una superficie de 8 000 hectáreas en el Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, Guanajuato.
<b>RD1613.3</b>	Seguimiento y evaluación del proyecto riego por gravedad tecnificado en una superficie de 22 000 hectáreas, en los distritos de riego 063 Guasave, 075 Río Fuerte y 076 Valle del Carrizo, Sinaloa.
<b>RD1619.3</b>	Elaborar el documento Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. <i>Año agrícola 2015- 2016.</i>
<b>RD1620.3</b>	Desarrollar, construir y transferir tecnología de bajo costo para instrumentar la medición del agua de riego a escala parcelaria en el DR 011, Alto Río Lerma, Guanajuato.
<b>RD1622.3</b>	Seguimiento y evaluación en 2 000 hectáreas incorporadas al proyecto de riego por gravedad tecnificado, en el Distrito de Riego 043, Nayarit.
<b>RD1624.3</b>	Desarrollar trabajos de coordinación, seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado en una superficie de 22 000 hectáreas, en los distritos de riego 063 Guasave, 075 Río Fuerte y 076 Valle del Carrizo, Sinaloa.
<b>RD1625.3</b>	Desarrollar trabajos de coordinación, seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado en una superficie de 18 000 hectáreas, en los distritos de riego 010 Culiacán-Humaya, 074 Mocorito, 108 Elota Piaxtla y 109 San Lorenzo, Sinaloa.
<b>RD1626.3</b>	Desarrollar trabajos de coordinación, seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado en una superficie de 8 000 hectáreas, en el Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, Guanajuato.

<b>TC1521.3</b>	Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y calidad del agua en la Región Lagunera, Coahuila de Zaragoza.
<b>TC1522.3</b>	Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y calidad del agua en la Región Lagunera, Durango.
<b>TC1525.4</b>	Control de malezas acuáticas y recuperación de las especies emblemáticas.
<b>TC1533.3</b>	Remoción de metales en agua para consumo humano en treinta fuentes de abastecimiento de la cuenca del río Sonora.
<b>TC1539.3</b>	Programa de Biomonitorio de Riesgo Ecológico en Ecosistemas Acuáticos de los Ríos Bacanuchi y Sonora.
<b>TC1606.3</b>	Revisión y actualización del potencial de biomasa para generación de energía eléctrica a partir de plantas de tratamiento de aguas residuales, presentado en el Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE).
<b>TC1607.3</b>	Planta piloto para la producción de agua potable y libre de contaminantes emergentes a partir del agua subterránea del Valle del Mezquital, con base en un sistema de membranas.
<b>TC1608.3</b>	Estudio de la tratabilidad de las aguas residuales fenólicas generadas en la planta de la industria Oxiteno México, S. A de C., Coatzacoalcos, Veracruz, y desarrollo del sistema de tratamiento.
<b>TC1614.3</b>	Pruebas de tratabilidad de la descarga de aguas aceitosas en la terminal marítima Dos Bocas, para cumplir con las condiciones particulares de descarga.
<b>TC1621.3</b>	Elaboración del diagnóstico del humedal de Acamixtla, recomendaciones y propuesta de acciones para su rehabilitación, Acamixtla, municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero.
<b>TC1622.3</b>	Determinación del origen de la contaminación en pozos de los ramales Tláhuac (Netzahualcóyotl) y Mixquic-Santa Catarina, y estudio de alternativas de tratamiento para entrega de agua potable en los puntos denominados: Viveros, Cuenca Lechera, Liconsa y Hospital Psiquiátrico, Distrito Federal. Segunda parte.
<b>TC1623.3</b>	Programa de Biomonitorio de Riesgo Ecológico en Ecosistemas Acuáticos de los Ríos Bacanuchi y Sonora.
<b>TC1625.3</b>	Diagnóstico del estado actual de la planta potabilizadora Pro Año y puesta en marcha de las instalaciones.
<b>TC1626.3</b>	Asistencia técnica en muestreo y análisis microbiológico, diseño de plantas de tratamiento por lodos activados y evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales.
<b>TC1629.3</b>	Proyecto de potabilización para la remoción de manganeso de los pozos de la cabecera municipal de Jaral del Progreso, Guanajuato.
<b>TC1630.3</b>	Programa de Monitoreo de las Condiciones Ambientales en la Laguna Valle de las Garzas, Laguna San Pedrito y Laguna de Cuyutlán, Manzanillo, Colima. Año siete.
<b>TC1631.3</b>	Evaluación de sistemas piloto y su impacto en la calidad del agua en los lagos del Bosque de Chapultepec.

<b>TC1632.3</b>	Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y calidad del agua en la Región Lagunera, Coahuila. Etapa 2016.
<b>TC1633.3</b>	Programa de Biomonitorio de Riesgo Ecológico, Análisis Ecológico de la Comunidad de Macroinvertebrados y Evaluación de Alteración por Metales en el Mentón de Quironómidos, en el Sistema Acuático de los Ríos Bacanuchi y Sonora.
<b>TH1623.3</b>	Verificación hidrogeológica de la zona de Jalapa, Veracruz.
<b>TH1624.3</b>	Revisión hidrológica-hidráulica del río Carrizal, a la altura de su cruce con el puente La Pigua, para identificar problemas derivados de su funcionamiento y estabilidad.
<b>TH1630.3</b>	Determinación del origen de la contaminación en pozos de los ramales Tláhuac (Netzahualcóyotl) y Mixquic-Santa Catarina, y estudio de alternativas de tratamiento para entrega de agua potable en los puntos denominados: Viveros, Cuenca Lechera, Liconsa y Hospital Psiquiátrico, Distrito Federal. Segunda parte.
<b>TH1631.3</b>	Servicios de asistencia especializada de cartas meteorológicas por ensamble del modelo Weather Research and Forecasting (WRF) y análisis hidrometeorológico.
<b>TH1633.3</b>	Evaluación del comportamiento hidrológico y de la calidad ambiental del área de influencia de la comunidad El Castillo.
<b>TH1635.3</b>	Supervisión de la actividad del levantamiento topo-batimétrico para delimitación de la zona federal de cauces dentro de la ZMG, del proyecto Estudios de preinversión para el diagnóstico y propuesta de solución de la problemática pluvial de la Zona Metropolitana de Guadalajara.
<b>TH1636.3</b>	Supervisión de catastro de infraestructura hidráulica en la ZMG.
<b>TH1639.3</b>	Caracterización hidrogeográfica de las cuencas de cinco presas ubicadas en el noreste del país.
<b>TH1640.3</b>	Piezometría y estimación de la evapotranspiración natural de la zona acuífera del Vizcaíno, Baja California Sur.

**Objetivo 5. Difundir información y conocimiento científico y tecnológico en materia de agua para contribuir a una participación informada de la sociedad mexicana**

INDICADOR	Producción científica = Sumatoria del número de artículos publicados en revistas arbitradas, número de artículos en publicaciones no arbitradas, número de libros publicados y capítulos de libros publicados sobre el número de especialistas en hidráulica del IMTA.	
	2016	Meta 2018
	0.97	1.5
<b>CP1622.1</b>	Propuesta de Museo Interactivo del Agua del IMTA.	
<b>CP1632.7</b>	Difusión de acciones del IMTA auspiciadas por la Fundación Gonzalo Río Arronte, en el lago de Pátzcuaro.	
<b>CP1634.4</b>	Control de malezas acuáticas y recuperación de las especies emblemáticas.	

<b>DP1616.1</b>	Sistema de Información de Tarifas de Agua Potable (SITAP).
<b>DP1619.1</b>	Huella hídrica de México: análisis y perspectivas.
<b>HC1533.4</b>	Sistema de información para incentivar el cobro-pago del agua. Fase II (2015-2018).
<b>HC1609.1</b>	Diseminación de tecnología europea de redes inteligentes de agua potable en México.
<b>HC1615.1</b>	Promoción, desarrollo, operación, adaptación y transferencia de tecnologías apropiadas en materia de agua en el medio rural.
<b>HC1617.1</b>	Indicadores de gestión prioritarios en organismos operadores.
<b>RD1603.1</b>	Programa Editorial de la Coordinación de Riego y Drenaje (2016).
<b>RD1608.1</b>	Evaluación y seguimiento de la aplicación del Sistema de Información de Extracciones Volumétricas (SIEVA) en acuíferos de Zacatecas
<b>RD1617.3</b>	Integración del sistema de información geográfica de superficies y usuarios del aprovechamiento Atlimeyaya, microcuenca del río Cantarranas, y monitoreo de aforos, Atlixco, Puebla.
<b>TH1607.1</b>	Elaboración y edición de libro sobre recarga artificial de acuíferos.
<b>TH1609.1</b>	Geoportal para consulta del acervo institucional de información geográfica, incorporación de nuevas imágenes y funciones.
<b>TH1611.1</b>	Implementación y adaptación del modelo Hurricane Weather Research and Forecasting para el pronóstico de trayectorias de huracanes con afectación en México.
<b>TH1612.1</b>	Actualización del sistema de información ERIC IV.
<b>TH1613.1</b>	Implementación del modelo acoplado WRF-HYDRO, en una cuenca piloto de México.
<b>TH1614.1</b>	Mapa nacional de números de escurrimiento (N).
<b>CP1607.2</b>	Edición de libros para el 30 aniversario del IMTA.
<b>CP1608.2</b>	Edición de la revista de divulgación Agua Simple.
<b>CP1609.2</b>	Edición de la revista Tecnología y Ciencias del Agua.
<b>CP1614.2</b>	Cátedra UNESCO-IMTA.
<b>CP1615.2</b>	Migración de contenidos del Portal IMTA al portal GOB.MX, como parte de la estrategia digital.

<b>CP1616.2</b>	Programa Editorial y de Comunicación Gráfica del IMTA.
<b>CP1617.2</b>	Programa de Vinculación Interna y Externa.
<b>CP1618.2</b>	Actividades de vinculación institucional asociadas al 30 aniversario del IMTA.
<b>CP1625.3</b>	Sistema de Información del Programa Nacional de Bebederos.
<b>CP1626.3</b>	Consultoría para el fomento de la nueva cultura del agua en el proyecto de saneamiento de las zonas marginadas del Valle de La Sabana, Guerrero.
<b>DP1606.2</b>	Administración del Centro de Conocimiento del Agua.
<b>HC1420.4</b>	Espacios de Educación Ambiental y Cultura del Agua.
<b>TH1625.3</b>	Levantamiento del Registro Nacional de Información Estadística y Geográfica del Agua 2016.

**Objetivo 6. Consolidar la cooperación técnica internacional del IMTA en materia de agua**

**Cooperación técnica internacional = Sumatoria de actividades y proyectos de cooperación técnica internacional que se encuentren en desarrollo en el periodo**

**INDICADOR**

**2016**  
**7**

**Meta 2018**  
**7**

<b>CA1604.3</b>	Ejecución de las iniciativas internacionales de la CONAGUA 2016.
<b>CP1621.1</b>	Investigación sobre cultura hídrica en México y Latinoamérica.
<b>CP1637.3</b>	Desarrollo, ejecución y fortalecimiento de capacidades técnicas para el manejo de los recursos hídricos en El Salvador.
<b>CP1613.2</b>	Reunión Regional del Programa Hidrológico Internacional ISI-LAC.
<b>CE1101.9</b>	Proyecto de adaptación de humedales costeros del Golfo de México, ante impactos del cambio climático.
<b>RD1615.3</b>	Visita de funcionarios de Ecuador para conocer las experiencias del IMTA-México, en gestión de riego y drenaje.
<b>TC1451.4</b>	Servicios de consultoría al Programa de Protección Ambiental Municipal, México (II).







