

# **INFORME ANUAL**

## ***IMTA 2017***

---

CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA DE MÉXICO





# ÍNDICE



## Presentación

El IMTA en México .....	8
El IMTA en síntesis .....	9



## Principales Resultados

1. Investigación, desarrollo tecnológico e innovación .....	18
2. Asesoría y servicios tecnológicos .....	38
3. Formación de recursos humanos .....	55
4. Promoción y difusión del conocimiento .....	62
5. Cooperación técnica internacional .....	67
6. Otras actividades relevantes .....	69
7. Premios y distinciones .....	74



## Anexos

1. Vinculación con centros de investigación, desarrollo tecnológico y universidades .....	76
2. Administración .....	77
3. Proyectos 2017 que conforman estrategias integrales de atención .....	78
4. Catálogo de proyectos desarrollados (diciembre 2017) .....	79
5. Proyectos CONACYT .....	85





DIRECCION GENERAL



# PRESENTACIÓN



615.9

574.5

553.7

620.1

551.7

621.2

551.5

## PRESENTACIÓN

---

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua ha iniciado un proceso de transformación enfocando sus esfuerzos de **investigación y desarrollo tecnológico** a la solución de los problemas del agua relacionados con la Seguridad Hídrica Nacional. El presente informe anual de actividades tiene como objeto informar de los **avances y resultados** que el Instituto ha logrado este año con los proyectos ejecutados.

Es preciso destacar que en 2017, con el fin de dar orientaciones a la política hídrica y tener mejores elementos de análisis para la toma de decisiones, en el IMTA se ha puesto énfasis en el **desarrollo de herramientas** que permitan estudiar a profundidad los recursos hídricos atmosféricos, superficiales y subterráneos del país. Ejemplo de lo anterior es la Red Nacional de Monitoreo de la Composición Isotópica de la Precipitación Pluvial.

Asimismo, herramientas que posibiliten la generación de escenarios prospectivos del uso del agua, como el proyecto *Soporte técnico*

*y científico para la formulación del Programa Nacional Hídrico*. No menos importante resulta el desarrollo de indicadores para evaluar, a escalas estatal y municipal en México, la situación diferenciada de los problemas de acceso, disponibilidad y calidad del agua con la generación de Índices de Seguridad Hídrica, así como la mejora de las relaciones binacionales entre México y Estados Unidos de América sobre la gestión de las aguas superficiales y subterráneas, sólo por mencionar algunos.

Hay todavía muchos retos que atender, por lo que ha sido beneficioso plantear una cartera de proyectos de investigación enfocada y dirigida a la solución de problemas concretos que impactan en la Seguridad Hídrica de México, bajo un esquema colaborativo e interdisciplinario, para de esta manera consolidar las capacidades tecnológicas del Instituto.

Lo anterior, de frente a los cambios emergentes del entorno y la aplicación de tecnologías disruptivas, para así continuar impulsando la **innovación y tecnología con sentido social**.

## EL IMTA EN MÉXICO

..... Número de acciones por estado en que el IMTA ha incidido.  
 ..... **Acciones por estado**

Dentro de estas acciones se engloban aquellas de investigación; desarrollo, adaptación y transferencia tecnológica; de servicios tecnológicos y formación de recursos humanos, así como las funciones de difusión y de orientación a la política hídrica del país.



..... El IMTA en Centro y Sudamérica.  
 ..... **Cooperación técnica internacional**

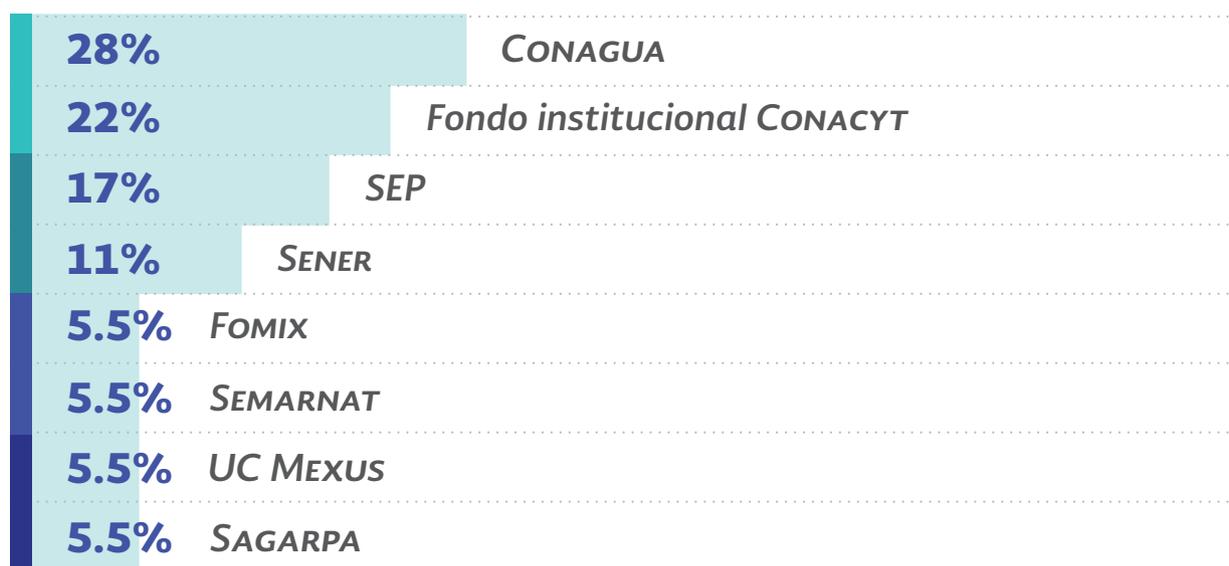


## EL IMTA EN SÍNTESIS



### INVESTIGACIÓN CON FONDOS CONACYT

Proyectos contratados



### PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Publicaciones



## EL IMTA EN SÍNTESIS

### INFRAESTRUCTURA INSTALADA



Ubicado sobre una superficie de **20 hectáreas** en el municipio de Jiutepec, Morelos, el IMTA cuenta con **23,000 m<sup>2</sup>** de construcción. Su moderna infraestructura incluye:

#### Laboratorios e instalaciones especializadas

- Hidráulica
- Calidad del agua
- Tratamiento de aguas residuales industriales
- Tratamiento de aguas residuales municipales y planta de tratamiento
- Potabilización
- Calibración de sensores meteorológicos
- Hidrología isotópica
- Aula de enlace en Hidrometeorología
- Hidrogeoquímica
- Hidrobiología
- Producción audiovisual

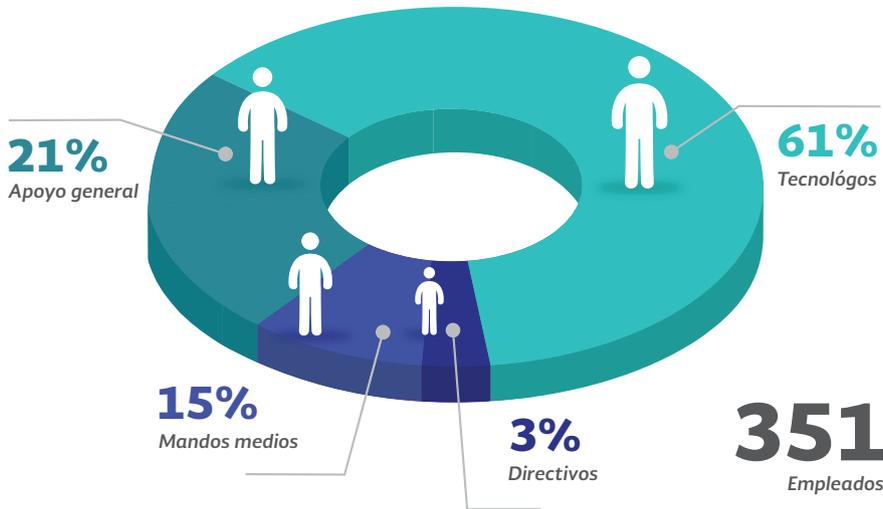


Con **10 pruebas acreditadas** por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (ema).

Con **41 pruebas acreditadas** por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (ema).

Con **38 pruebas aprobadas** por la CONAGUA.

### PERSONAL POR NIVEL DE PUESTO

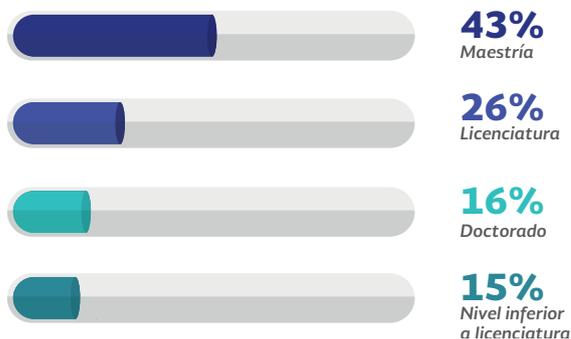


#### Porcentaje de montos contratados

- 3%** Dependencias federales
- 4%** Empresas y organizaciones internacionales
- 5%** Otros clientes
- 6%** CONACYT
- 6%** Organizaciones no gubernamentales
- 17%** Empresas y organizaciones privadas
- 21%** Gobiernos estatales y municipales
- 38%** CONAGUA



### PERSONAL POR GRADO ACADÉMICO



## LIBROS EDITADOS

Título	ISBN	Editorial	Autor	Soporte, lugar y fecha de publicación
<i>Hidráulica de canales. Principios básicos</i>	ISBN 978-607-9368-67-8	IMTA	Nahún Hamed García Villanueva	Impreso. Jiutepec, Mor. Enero
<i>Medición del flujo de agua</i>	ISBN 978-607-9368-70-8	IMTA	José J. Ramírez, Ulises Dehesa y Pablo Camacho	Impreso. Jiutepec, Mor. Enero
<i>Organización de usuarios en las unidades de riego en México</i>	ISBN 978-607-9368-66-1	IMTA	José Ángel Guillén, Ramón J. Lomelí y Arturo González	Impreso. Jiutepec, Mor. Enero
<i>Reúso de aguas residuales en la agricultura</i>	ISBN 978-607-9368-68-5	IMTA	Olga Xóchitl Cisneros y Heber E. Saucedo	Impreso. Jiutepec, Mor. Enero
<i>Uso y manejo de drones en aplicaciones al sector hídrico</i>	ISBN 978-607-9368-71-5	IMTA	Waldo Ojeda, Jorge Flores, Ronald E. Ontiveros, Alberto González, Braulio D. Robles, Abraham Rojando, Helene Unland, Anastacio Toledo, Mariana de Jesús Marcial, Sergio Iván Jiménez, Bruno Lara, Jorge A. Fuentes, Jorge Hermosillo y Juan Manuel Rendón	Impreso. Jiutepec, Mor. Enero
<i>Dimensionamiento de lagunas de estabilización</i>	E ISBN 978-607-9368-57-9	IMTA Universidad Juárez del Estado de Durango	Facundo Cortés, Alejandro Treviño y Ana Cecilia Tomasini	Digital. Jiutepec, Mor. Enero
<i>Huella Hídrica en México: análisis y perspectivas</i>	E ISBN 978-607-9368-60-9 ISBN 978-607-9368-69-2	IMTA	Varios. Rita Vázquez del Mercado y Javier Lambarri (eds.)	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Marzo
<i>Conflictos por el agua y alternativas en los territorios indígenas de México</i>	E ISBN 978-607-9368-65-4 ISBN 978-607-9368-64-7	IMTA	Varios. José Luis Martínez, Daniel Murillo y Luisa Paré (eds.)	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Mayo

Título	ISBN	Editorial	Autor	Soporte, lugar y fecha de publicación
<i>Iniciación a la programación con la Toolkit de Epanet v2.00.12 en un entorno Windows</i>	E ISBN 978-607-9368-72-2	IMTA	Oscar Tomás Vegas, Fernando Martínez, Joan Carles Alonso y Velitchko G. Tzatchkov	Digital. Jiutepec, Mor. Mayo
<i>Manejo de la recarga de acuíferos: un enfoque hacia Latinoamérica.</i>	E ISBN 978-607-9368-62-3 ISBN: en trámite	IMTA	Varios. Oscar Arnoldo Escolero Fuentes, Carlos Gutiérrez Ojeda y Edgar Yuri Mendoza Cazares (eds.)	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Octubre
<i>Energía limpia del agua sucia: aprovechamiento de lodos residuales</i>	E ISBN 978-607-9368-85-2 ISBN 978-607-9368-86-9	IMTA/ANEAS	Gabriela Mantilla, Luciano Sandoval, Esperanza Ramírez, Sergio Gasca, Javier Navarro, Norma Hernández, Juan García, Alberto Esquivel y César Calderón	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Noviembre
<i>Cambio climático: selección, clasificación y diseño de medidas de adaptación al cambio climático</i>	E ISBN 978-607-9368-84-5 ISBN 978-607-9368-83-8	IMTA	Pedro A. Guido Aldana	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Diciembre
<i>Agua y saneamiento en zonas periurbanas. Manual de planeación participativa con enfoque de género</i>	E ISBN 978-607-9368-74-6 ISBN 978-607-9368-73-9	CONAGUA AECID CAPASEG CAPAMA IMTA	Denise Soares e Hilda Salazar	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Diciembre
<i>La cuenca del Usumacinta desde la perspectiva del cambio climático</i>	ISBN 978-607-9368-80-7 E ISBN 978-607-9368-81-4	IMTA/UACH	Varios. Antonino García y Denise Soares (eds.)	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Diciembre
<i>Cuenca del río Conchos: una mirada desde las ciencias frente al cambio climático</i>	E ISBN 978-607-9368-90-6 ISBN 978-607-9368-89-0	IMTA	Varios. Martín Montero y Oscar Fidencio Ibáñez (eds.)	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Diciembre

Título	ISBN	Editorial	Autor	Soporte, lugar y fecha de publicación
<i>El molinete: importancia, fundamentos y buenas prácticas</i>	E ISBN 978-607-9368-87-6	IMTA	Edmundo Pedroza González	Digital. Jiutepec, Mor. Diciembre
<i>Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento en México</i>	E ISBN: en trámite ISBN 978-607-9368-82-1	IMTA	Héctor Camacho y Jorge Casados	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Diciembre
<i>Operación y mantenimiento a sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL)</i>	E ISBN 978-607-9368-88-3	IMTA	José García Caspeta y María Isabel Hernández	Digital. Jiutepec, Mor. Diciembre
<i>Bases para un Centro Mexicano en Innovación en Energía Hidroeléctrica (CEMIE-HIDRO) 1 Parte: Infraestructura Hidroeléctrica Actual</i>	E ISBN: en trámite ISBN: en trámite	IMTA	Ana Palacios, Néstor Peña, Alexis Cervantes, Alberto Güitrón y Mario López	Digital e impreso. Jiutepec, Mor. Diciembre

## PATENTES 2017 Y MODELOS DE UTILIDAD

NÚM.	NOMBRE	ESTATUS
1	Banco de pruebas de los elementos que conforman las tomas domiciliarias.	Título 233877
2	Método para el tratamiento de lodos provenientes del tratamiento de agua, recuperación de coagulante y disposición.	Título 227928
3	Mezcla cruda para la producción de Clinker de cemento tipo Portland resistente a la corrosión microbiológica.	Título 282541
4	Válvula con cámaras de amortiguamiento paralelas para la separación y expulsión de aire en la toma de agua domiciliaria.	Título 237185
5	Sistema de floculación accionado con aire.	Título 250205
6	Formulación de micoherbicida para el control del lirio acuático.	Título 286577
7	Utilización del tabachín y de la jacaranda en biofiltros utilizados en el tratamiento de aguas residuales (copropiedad IMTA/CRIQ).	Título 299532
8	Proceso de tratamiento biológico aerobio de aguas residuales, mediante biocinta sumergida e instalación para su realización (BIOSTAR 1).	Título 308091
9	Método de biofiltración de un efluente líquido. (Copropiedad IMTA/CRIQ).	Título 306035
10	Estructura para disipación de energía y aireación de corrientes de agua.	Título 309388
11	Limitador de gasto para redes de riego a presión.	Título 315201
12	Estructura disipadora de energía y orientadora de flujo de vertedores de excedencias tipo abanico.	Título 322928
13	Modificación a la tecnología de filtración en múltiples para reúso de agua en la acuicultura, con descarga cero.	Título 325064
14	Sistema de calibración para sensores de temperatura (SICAST).	Título 322188
15	Banco de pruebas para válvulas hidráulicas de compuerta y mariposa 2" hasta 12".	Título 329455
16	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
17	Tratamiento de lixiviados de solución nutritiva y su reúso en cultivos de hidroponía.	Título 332655
18	Sistema combinado de biofiltración-humedal para el tratamiento de aguas residuales de viviendas unifamiliares.	Título 332990
19	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
20	Estación hidrométrica itinerante, auxiliar en operaciones de aforo con molinete.	Título 332648

NÚM.	NOMBRE	ESTATUS
21	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
22	Pluviógrafo ultrasónico de autosifonamiento con telemetría.	Título 338735
23	Caudalímetro ultrasónico de tres niveles con telemetría.	Título 339217
24	Reactor biológico para el tratamiento de efluentes contaminados a base de vermifiltración.	Título 344447
25	Caudalímetro ultrasónico de nivel.	Título 343387
26	Sistema de calibración para sensores de humedad relativa. (SICASHUR)	Título 340878
27	Sistema de calibración para sensores de presión atmosférica (SICASPAT).	Título 341985
28	Sistema de calibración para pluviómetros digitales (SICAP).	Título 341984
29	Dispositivo aspersor modificado para riego.	Título 345978
30	Dispositivo magnético para el tratamiento de agua.	Título 347398
31	Utilización de bagazo de agave y de cáscara de nuez en biofiltros utilizados para el tratamiento de líquidos residuales.	Título 349286
32	Metrosonda.	Título 351617
33	Concentrador solar de paredes planas para la desinfección del agua para consumo humano.	Modelo de utilidad Título 2662
34	Biorreactor como planta de tratamiento compacta de aguas residuales municipales con un soporte sintético.	Modelo de utilidad Título 2861
35	Sistema electrónico portátil para simplificar la medición del flujo de agua en canal abierto.	Modelo de utilidad Título 3065
36	Estructura de control para drenaje agrícola.	Modelo de utilidad Título 3796
37	Prueba diagnóstica para compuestos inductores de daños biológicos causados por alteraciones en la expresión genética.	Examen de fondo
38	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
39	Desarenador convencional para obras de generación hidroeléctrica.	Examen de fondo
40	Integrador digital de datos de estaciones hidroclimatológicas convencionales.	Examen de fondo
41	Sonda electrónica con corrección por desviación de la vertical.	Examen de fondo

NÚM.	NOMBRE	ESTATUS
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 fondo
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	Biofiltro para el tratamiento de residuos líquidos agroindustriales.	Examen de forma
46	Sistema y método de tratamiento de residuos líquidos y sólidos agroindustriales.	Examen de forma
47	Banco de pruebas para la evaluación de la conformidad de medidores para agua potable fría de tipo domiciliario.	Examen de forma
48	Dispositivo para muestreo de agua y medición de parámetros físico químicos en manantiales subacuáticos.	Examen de forma
49	Sistema y proceso de tratamiento para obtención de agua de alta calidad.	Examen de forma
50	Remoción de arsénico por electrocoagulación, utilizando un reactor a flujo pistón y un tren complementario de tratamiento conformado por floculación mejorada, sedimentación y filtración.	Examen de forma
51	Método para remoción de arsénico del agua mediante un bioadsorbente orgánico.	Examen de forma
52	Banco de resistencias programables para caracterización de celdas de combustible microbianas.	Examen de forma
53	Método para producción electroquímica de iones metálicos coagulantes, para tratamiento de agua, mediante el uso de corriente pulsada.	Examen de forma
54	Sistema y proceso de tratamiento de agua para remover altas concentraciones de arsénico con fines de potabilización.	Examen de forma
55	Dispositivo desalinizador de agua mediante microburbujas de gas inerte y membrana porosa.	Examen de forma



## PRINCIPALES RESULTADOS

# 1

## INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

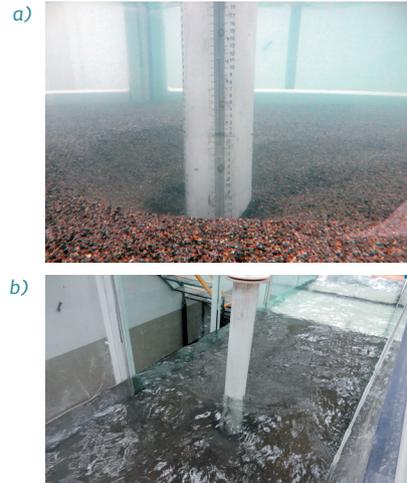
Tecnología para el diseño contra socavación en pilas y estribos de puente mediante rugosidad artificial y diseño hidrodinámico.

### HC1713.1

La causa más frecuente de falla de puente que cruzan corrientes de agua es la socavación al pie de pilas y estribos que los soportan, conocida como “socavación local”. Dichas fallas se producen, sobre todo, durante las avenidas. Por ello, el diseño de la profundidad de desplante de su cimentación es muy importante para la seguridad de la obra. El costo de alcanzar la profundidad y protección requerida puede reducirse mediante un diseño que considere la causa de la socavación.

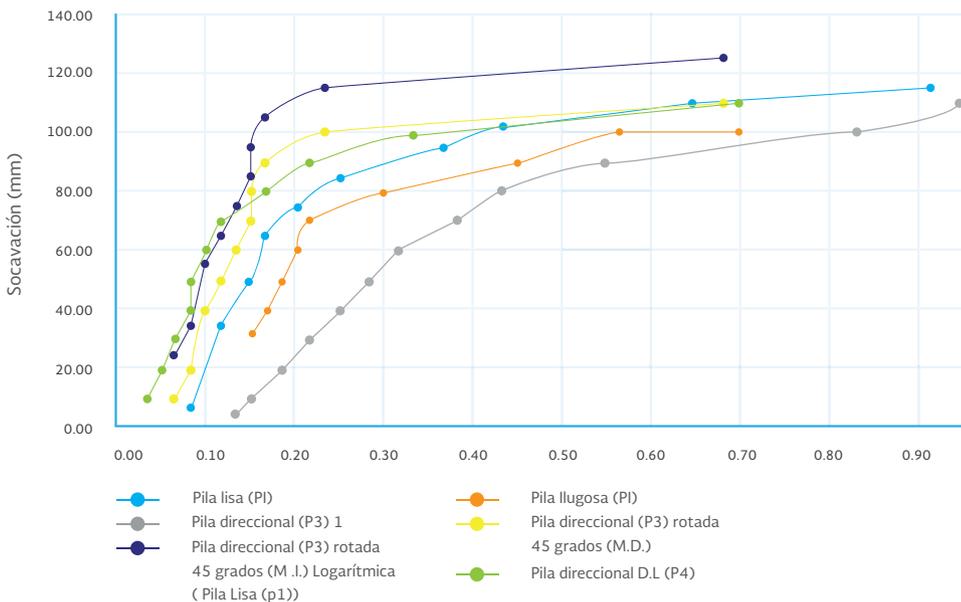
Los resultados obtenidos hasta ahora son prácticos y aplicables directamente al diseño hidráulico de la subestructura de los puentes situados sobre corrientes naturales y cuerpos de agua.

Se redactó un manual técnico con recomendaciones y metodología para determinar la profundidad de desplante de cimentación, considerando la rugosidad artificial y el diseño hidrodinámico de su geometría.



a) Pila lisa para un gasto de 150 litros por segundo.

b) Fosa de socavación para pila lisa con un gasto de 150 litros por segundo.



Gráfica comparativa de la evolución de la profundidad del pozo de socavación producida entre la pila lisa y las pilas rugosas, para un número de Froude de 0.28.



## PRINCIPALES RESULTADOS

El proyecto permite acceder a procedimientos constructivos más adecuados y al desarrollo de nuevas técnicas.

La reducción de la socavación disminuye el riesgo de falla de los puentes, lo cual mantiene las vías de comunicación para las actividades productivas y sociales.

Indicadores de gestión  
prioritarios en organismos  
operadores.  
**HC-1710.1**

Desde 2005, el IMTA evalúa el desempeño de algunos organismos operadores de agua potable (OOAPAS) a fin de identificar y promover acciones para su mejora que les permitan proporcionar un mejor servicio a los usuarios, garantizar su fiabilidad operativa, aumentar su rentabilidad y ayudarles a conservar el recurso agua.

El Instituto definió inicialmente 15 indicadores de evaluación que durante 2005 fueron aplicados a 50 OOAPAS. En 2016 se contó con la participación de 189, a quienes se aplicó una batería de 29 indicadores de evaluación. A partir de los indicadores de gestión publicados, cada OOAPAS puede diseñar políticas públicas de cobertura del servicio y realizar acciones de mejora o prevención que en el siguiente ejercicio sean verificables. La información de evaluación del desempeño de organismos operadores se publica periódicamente en la página web: [www.pigoo.gob.mx](http://www.pigoo.gob.mx), donde puede ser consultada.

En 2017 se invitó a participar a un total de 502 OOAPAS, de los cuales se logró la participación de 207. El 50% de ellos reportaron de 15 a 25 indicadores. Dichos organismos dan servicio a 66 740 368 habitantes. De igual manera, se tienen los indicadores calculados de los 207 organismos operadores participantes y se realizó una reingeniería del sitio web del programa con la finalidad de poder realizar consultas de forma más amigable. Toda la información se encuentra disponible en <http://www.pigoo.gob.mx/>

También, se logró la firma de un acuerdo de colaboración internacional con la Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas, con la finalidad de intercambiar experiencias que contribuyan al fortalecimiento de las actividades en materia de estudio de *benchmarking* entre el programa y los calculados por esa asociación.



## PRINCIPALES RESULTADOS

*Con los resultados de este proyecto, cada organismo operador puede diseñar políticas públicas de cobertura de servicio y realizar acciones de mejora o prevención que en el siguiente ejercicio sean verificables.*

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



## Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores



- INICIO
- QUEJAS
- ESTADOS
- REGIÓN HIDRO-SOCIAL
- INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
- INDICADORES



Systema de Agua Potable, Alcantarado y Saneamiento de la Piedad

- Glosario
- Estado de Organismos
- IANAS

## Contacto

**Ubicación**

**Responsable del Proyecto**  
 M.I. Martha Patricia Hansen Rodriguez  
 +52 (777) 329-3600 Ext. 523

**Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**  
 Paseo Cuauhtémoc 8532  
 Col. Progreso  
 Jiutepec, Morelos México  
 62550

**Contacto**

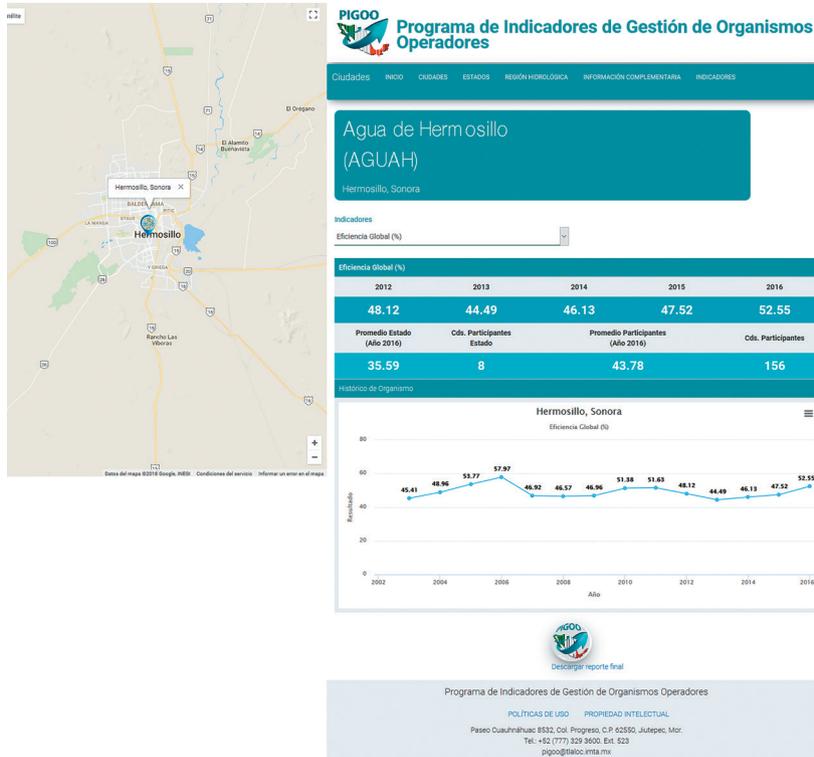
Nombre

Asunto

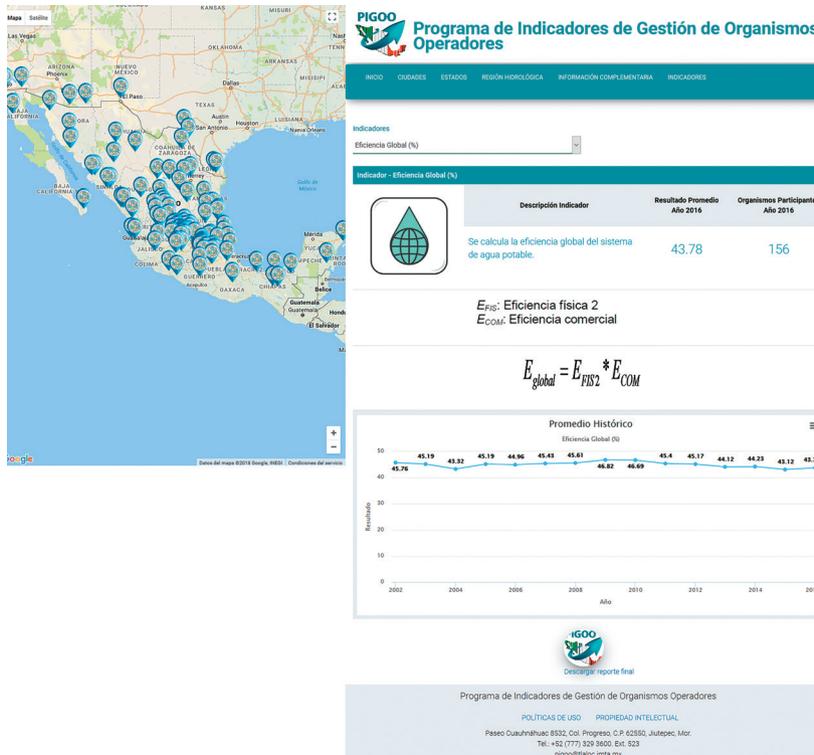
Correo electrónico

Número de teléfono

Escribe el motivo de su mensaje.



Consulta por indicador.

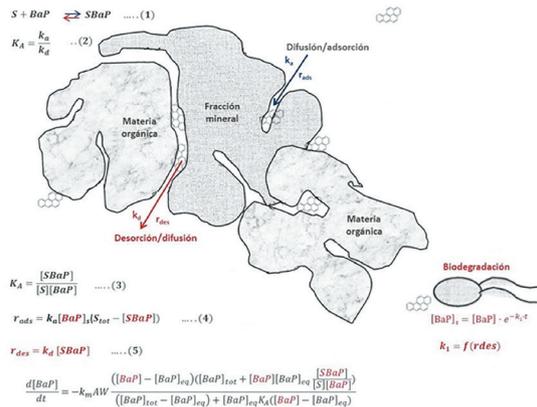


Consulta por ciudad.

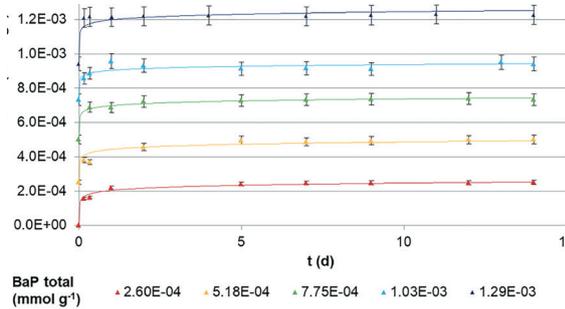
Dinámica de benzo(a)pireno en medios porosos y su repercusión en la contaminación del agua.  
**TH1519.6**

Debido a su hidrofobicidad, contaminantes orgánicos como los hidrocarburos poliaromáticos (HPA) tienden a acumularse en la materia orgánica y dentro de los poros de sedimentos y suelos (S&S). De esta forma, aun cuando los S&S han sido “remediados”, los HPA pueden presentar futuros riesgos de contaminación al ser liberados al agua. Para determinar los tiempos de remediación, se desarrollan experimentos para conocer la dinámica de sorción-difusión de benzo(a)pireno (BaP) como HPA indicador, así como el efecto que tiene la degradación fisicoquímica o biológica sobre esta dinámica.

Durante 2017, se han llevado a cabo la selección, tratamiento y caracterización de muestras experimentales; la adecuación de un modelo conceptual del proceso de sorción-difusión; la determinación experimental de variables de entrada para modelación; una presentación en congreso nacional; el desarrollo de dos tesis doctorales, y la publicación de dos artículos en revistas indizadas.

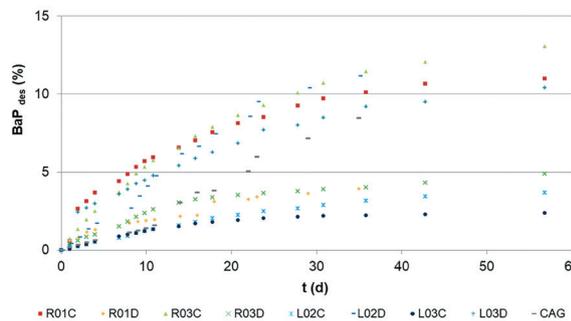


Modelo conceptual de sorción, difusión y degradación de un HPA en S&S.



Cinética de sorción muestra de sedimento L03C.

Cinética de sorción. Muestra de sedimento L03C.



Cinética de desorción para muestras de S&S y CAG.

Cinética de desorción para muestras de S&S y carbón activado granular.

**PRINCIPALES RESULTADOS**

Existe información sobre la relación entre la dinámica de BaP en poros de S&S y la consecuente limitación sobre el saneamiento, así como conocimiento para evaluar el riesgo de contaminación del agua por liberación del HPA de S&S debido a la difusión en poros.

Se puede pronosticar el alcance y duración del saneamiento de HPA y el efecto de la adición de carbón activado granular.

En cuanto al saneamiento de HPA, el desarrollo de un modelo que describa el efecto de su difusión en poros.

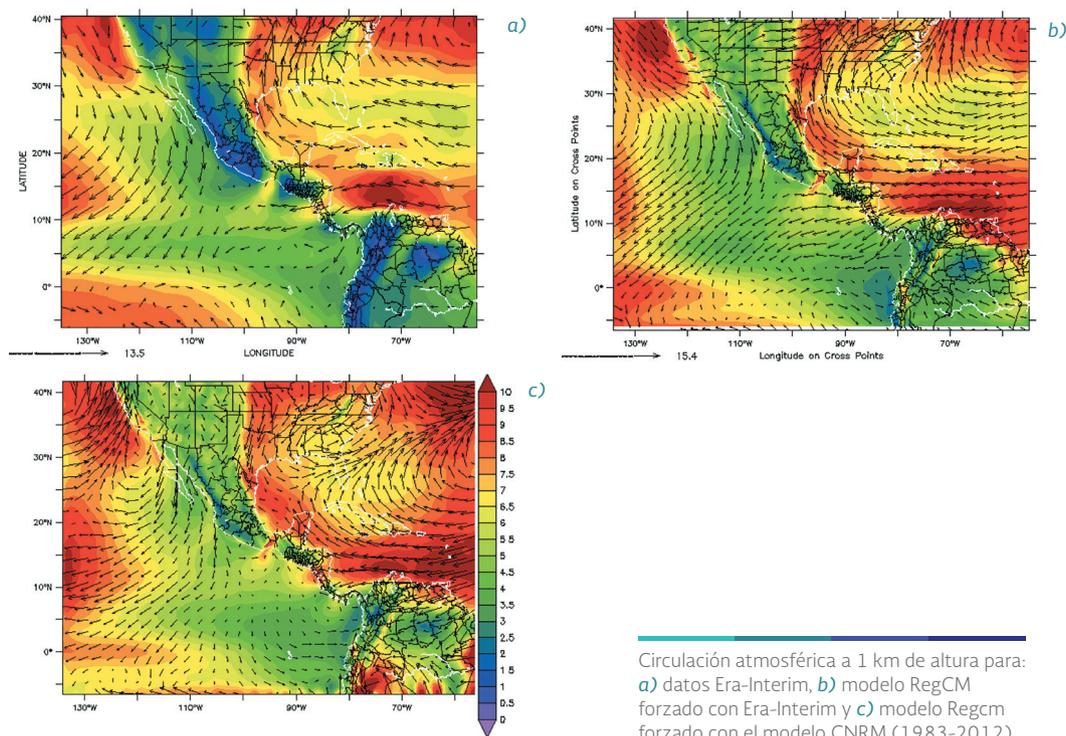


••••• Servicios de consultoría para el análisis de metodologías para la obtención de nuevos escenarios de cambio climático a menor escala, que incluyan métodos estadísticos y dinámicos para México.

#### ••••• **TH1516.4**

Desde 2012, el IMTA ha actualizado los escenarios de cambio climático para México utilizando modelos de circulación general y modelos regionales para reducir la escala. Una de sus aplicaciones es la identificación del cambio climático y sus impactos a escala regional.

Se analizaron métodos estadísticos y configuraciones para utilizar los modelos regionales *Regional Climate Model System (RegCM)* y *Weather Research & Forecasting Model*, forzados con los modelos globales de mejor desempeño para México, seleccionando las parametrizaciones que reproduzcan los procesos físicos de la región. Los modelos regionales reproducen mejor la temperatura superficial atmosférica que la precipitación, incluyendo zonas altas. Se reproducen las altas temperaturas en zonas costeras del sur de México, así como en península de Yucatán y Centroamérica.



## PRINCIPALES RESULTADOS

Con los modelos regionales se pueden generar escenarios de cambio climático de alta resolución espacial (entre 12 y 25 km), siendo información de utilidad para estimar impactos regionales de cambio climático, así como para planear y generar políticas públicas con sustento científico.

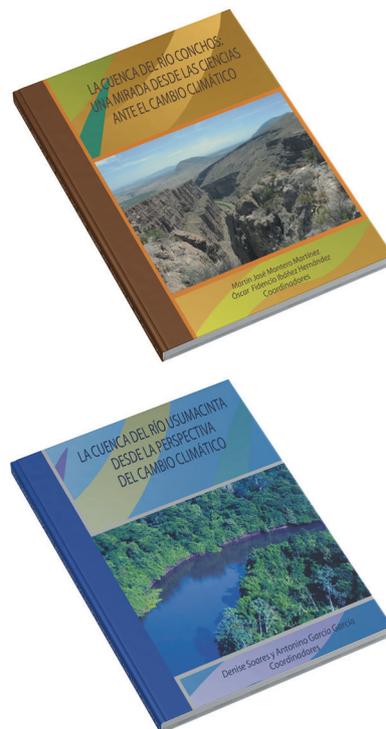


Impactos socioambientales del cambio climático en las cuencas de los ríos Conchos y Usumacinta.  
**TH1626.6**

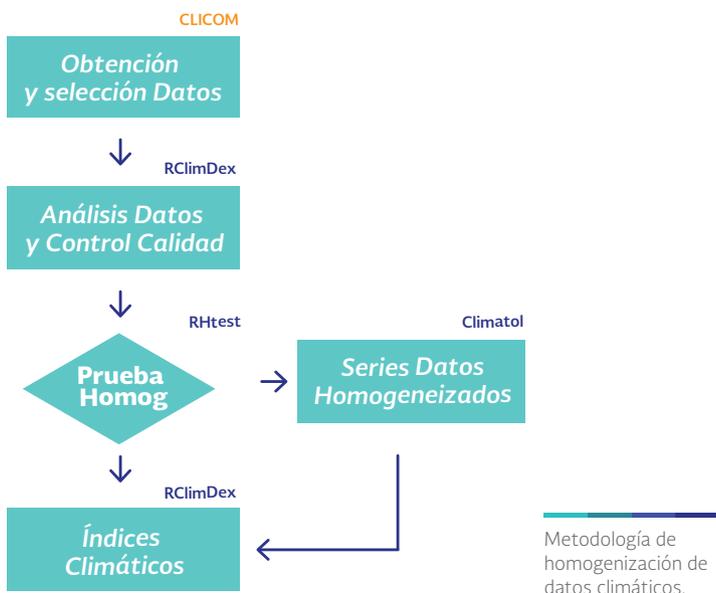
Esta investigación busca determinar la posible influencia del cambio climático en las actividades socioeconómicas y ambientales de las cuencas de los ríos Conchos y Usumacinta, la cual se plantea en tres etapas: 1) caracterización climática y socioambiental de las cuencas de los ríos Conchos y Usumacinta, 2) casos de estudio socioambientales e identificación de periodos de la climatología base y de análisis, y 3) análisis para determinar los impactos socioambientales debidos a eventos extremos causados por cambio climático.

Actualmente se cuenta con la recopilación, análisis de calidad de datos y homogeneización de las dos cuencas de estudio; el análisis preliminar del índice de precipitación estandarizado (SPI), de caudal ecológico y de índices agroclimáticos, y caracterización socioeconómica y percepciones sociales del cambio climático en las dos cuencas.

Como resultado final se generaron dos libros, uno para cada cuenca, donde se sintetizan los resultados más relevantes del proyecto.



Portadas de los libros.



**PRINCIPALES RESULTADOS**

Los resultados del análisis y los estudios de impacto son útiles para los potenciales servicios climáticos y ambientales a brindarse en la región, favoreciendo directamente a diversas comunidades en las zonas de estudio.

Hay necesidad de una política local de adaptación al cambio climático que considere las condiciones de cada población y sus características sociales y culturales, que identifique y potencialice sus activos, y que contemple su conocimiento del medio y prácticas ancestrales.



- Red nacional de monitoreo de la composición isotópica estable de la precipitación pluvial para el estudio del funcionamiento de acuíferos y el comportamiento del agua en el ciclo hidrológico (segunda parte).
- **TH1711.1**

Los isótopos ambientales son trazadores gratuitos existentes en la naturaleza que aportan información valiosa sobre el agua en los diferentes componentes del ciclo hidrológico. Para generar esta información, es necesario monitorear continuamente la composición isotópica de la lluvia. En una primera etapa de planeación, se determinaron las condiciones y requerimientos para instrumentar una red nacional de monitoreo isotópico de la lluvia, bajo las condiciones climatológicas y orográficas del territorio nacional. La segunda etapa permite la instalación y puesta en operación de la red.

En 2017 se instaló, en coordinación con el Servicio Meteorológico Nacional, una red en operación que cubre las 15 provincias fisiográficas del territorio nacional para el monitoreo de la composición isotópica de la precipitación pluvial, así como una infraestructura instrumental. Asimismo, se aplicaron metodologías de medición para el análisis del contenido de isótopos estables y de tritio ambiental en muestras de lluvia. La red nacional de monitoreo de la composición isotópica estable de la precipitación pluvial instalada permitirá investigar y entender la naturaleza de las aguas atmosféricas, superficiales y subterráneas. Específicamente, la identificación de fuentes de agua, procesos de interacción y de mezcla, origen de la recarga de acuíferos, dinámica y datación de aguas subterráneas.

La información generada contribuye a la mejora del aprovechamiento, protección, administración y gobernanza de los recursos hídricos en cuencas y acuíferos.

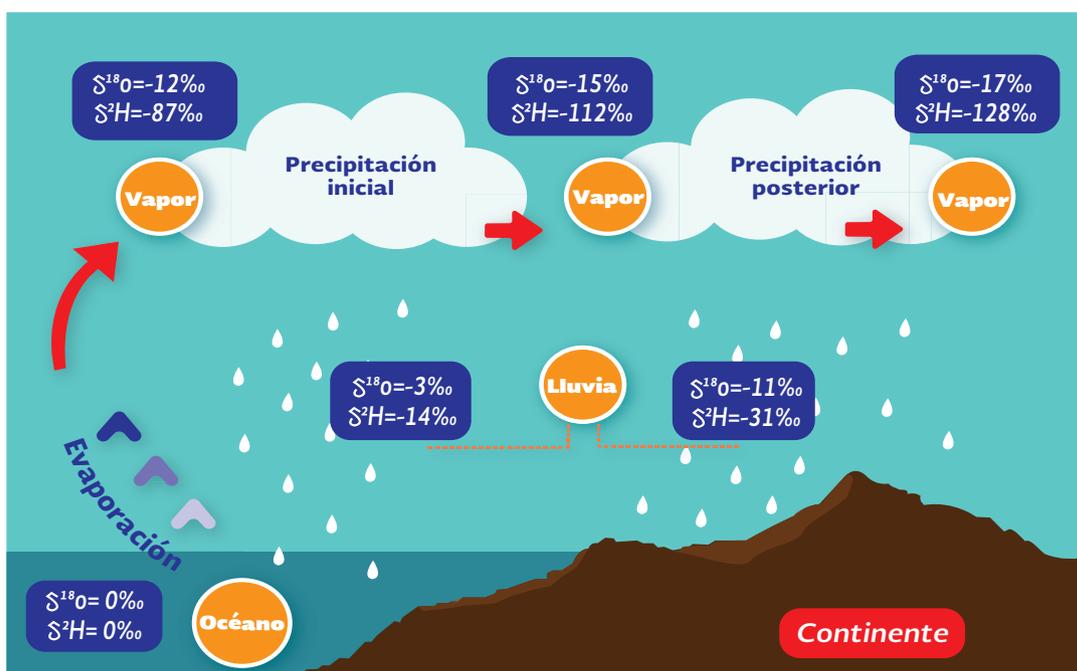
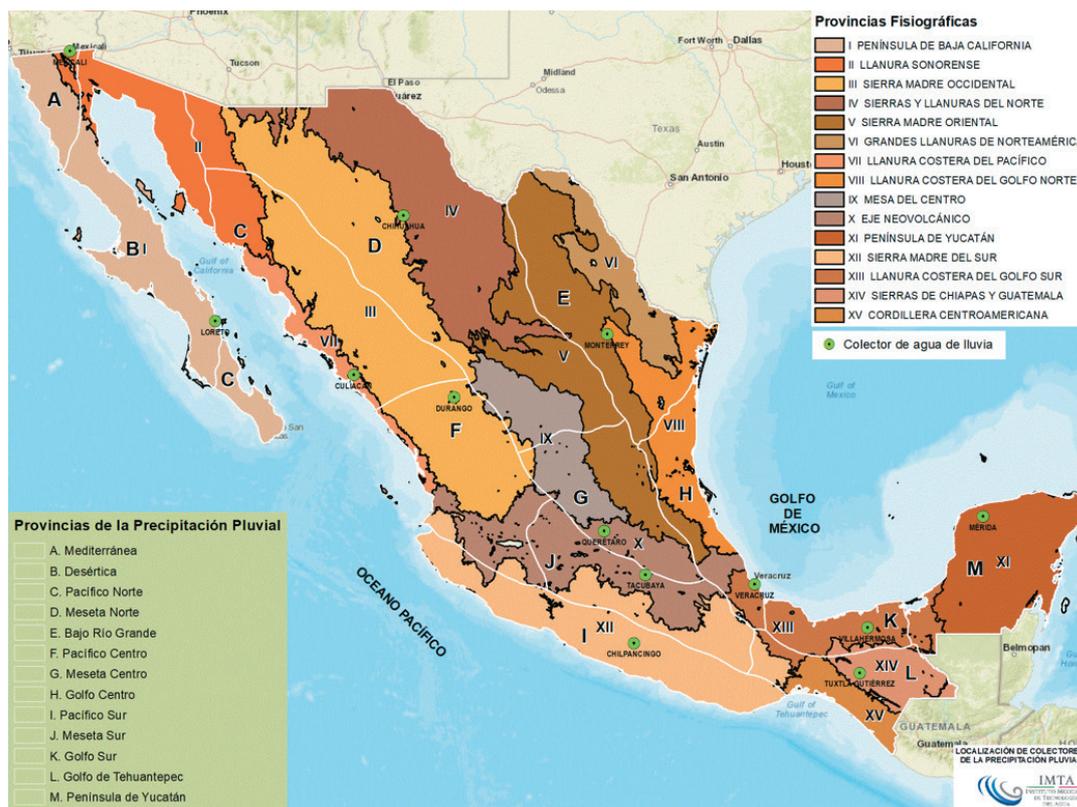
El proyecto contempla una tercera etapa de consolidación operativa e integración de resultados.



## PRINCIPALES RESULTADOS

*El estudio genera herramientas isotópicas que complementarán las bases de datos hidrológicas, las cuales permitirán definir con más precisión las variables que gobiernan el funcionamiento de acuíferos y el comportamiento del agua en el ciclo hidrológico.*





.....  
**Prototipo para el tratamiento biológico de aguas residuales y generación de energía a partir de ellas.**

**TC1704**  
 .....

En el mercado existen varios sistemas de tratamiento de aguas residuales intradomiciliarios, en su mayoría ineficientes y con alto costo de inversión. Por ello, se diseñó un nuevo sistema de tratamiento intradomiciliario conformado por un biofiltro empacado con ficus y un stack de celdas de combustible microbianas (CCM) para tratar 1.3 L/d de agua residual doméstica. Actualmente, se lleva a cabo la evaluación tecnológica del sistema, consistente en pruebas hidrodinámicas, remoción de demandas biológica de oxígeno (DBO) y química de oxígeno (DQO), nitrógeno, fósforo, así como producción de electricidad bajo diferentes conexiones (serie y paralelo).

Como resultados, se obtuvo una remoción de DQO y de nitrógeno de amoníaco de 84-93% y 90-98%, respectivamente, y se elaboró la ingeniería básica del sistema de tratamiento intradomiciliario. Además, se realizaron pruebas de trazado para determinar el comportamiento hidrodinámico del sistema, el cual se conforma por 119 unidades de CCM y, en promedio, cada celda genera 400 milivoltios.



Reactor con biomasa inmovilizada y membrana sumergida.

## PRINCIPALES RESULTADOS

*El sistema de tratamiento intradomiciliario híbrido puesto en funcionamiento generará un agua residual tratada que pueda cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996.*

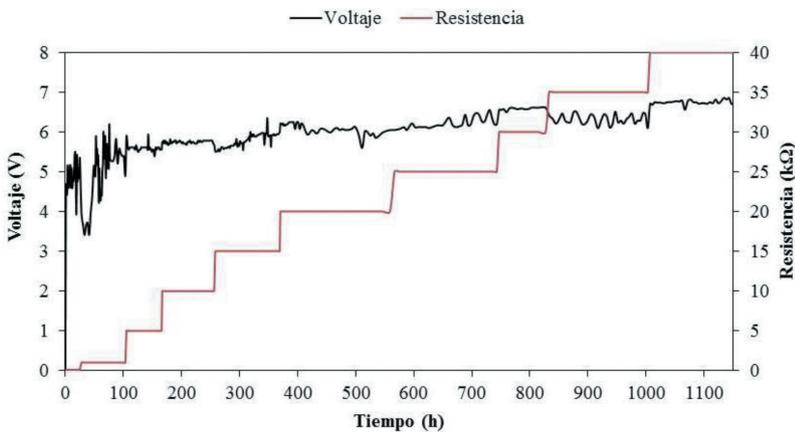
*Es un sistema robusto, económico, de fácil operación y mantenimiento que favorecerá la reducción de las descargas intradomiciliarias hacia el sistema de alcantarillado. Por otro lado, reducirá la contaminación del agua al tiempo que genera energía eléctrica.*



- Caracterización de un sistema híbrido conformado por un *stack* de celdas de combustible microbianas- paneles fotovoltaicos para la producción de electricidad a través del tratamiento de aguas residuales y radiación solar.
- **TC1514.6**

Las aguas residuales, ya sean de origen doméstico, municipal o industrial, contienen un rango variado de materia orgánica biodegradable que puede ser aprovechada por microorganismos como fuente de carbono y de esta manera generar energía eléctrica y, simultáneamente, reducir el grado de contaminación del agua residual. De esta forma, la extracción de bioenergía puede ser obtenida a través del tratamiento biológico de las aguas residuales, permitiendo un proceso de tratamiento más rentable.

Como resultado de 2017, se generó un árbol filogenético que muestra todas las especies bacterianas desarrolladas sobre los electrodos de las celdas de combustible microbianas y se determinó que en las diferentes conexiones existen cambios significativos, tanto en la eliminación de contaminantes como en el desarrollo de diferentes comunidades bacterianas.



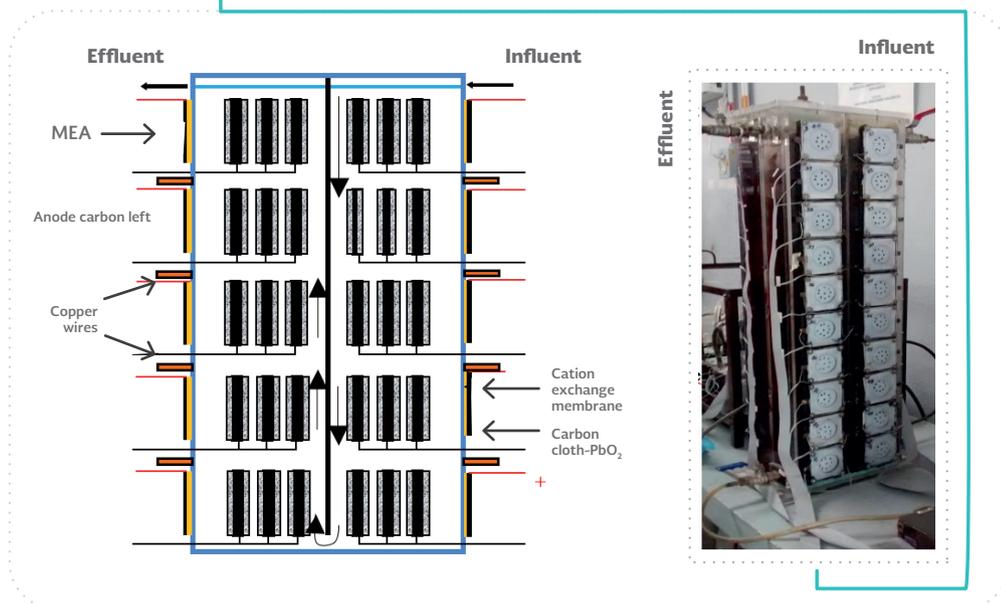
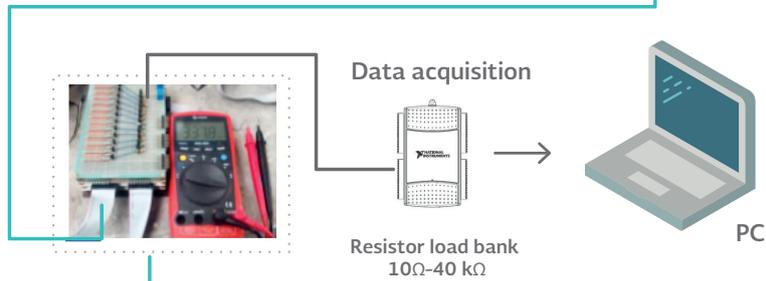
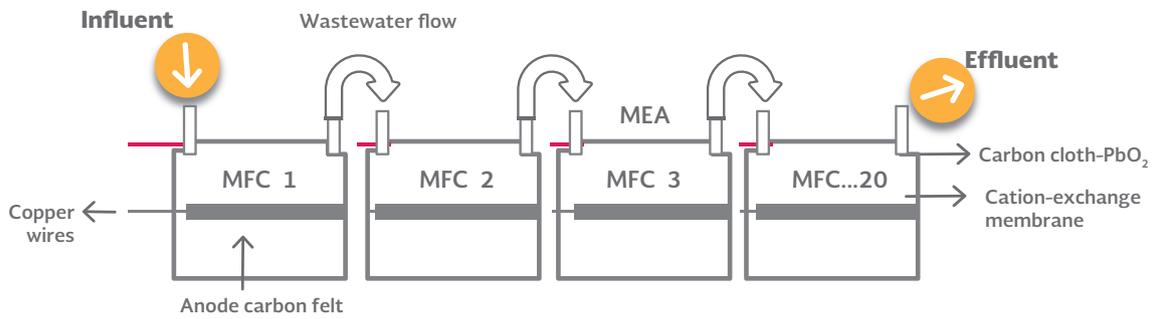
## PRINCIPALES RESULTADOS

Hasta la fecha, los resultados obtenidos demuestran que esta tecnología puede ser una alternativa de tratamiento de aguas residuales viable que genera simultáneamente electricidad.

Como producto de este estudio, se tramitó una solicitud de patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, se publicaron dos artículos científicos en revistas indizadas, se presentaron ponencias en dos congresos internacionales y se desarrolló una tesis de maestría.



# TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES



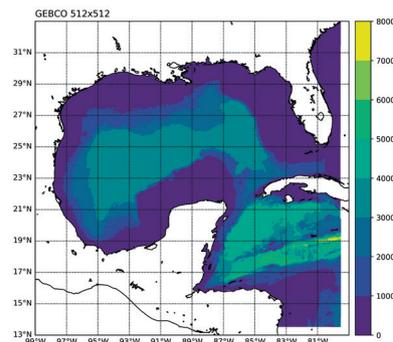




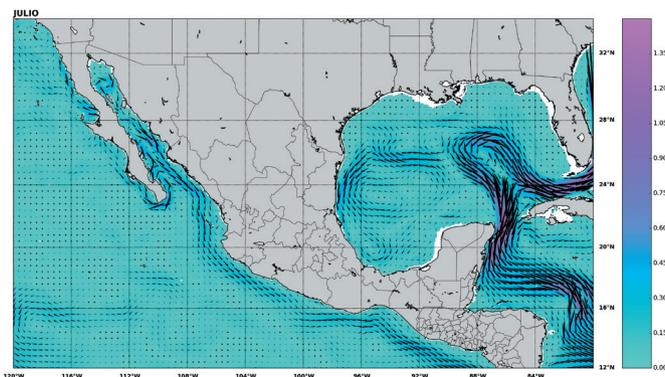
- Inventario nacional de corrientes marinas, mareas y procesos asociados, y su variabilidad bajo distintas condiciones ambientales.
- **DP1623.6**

La generación de energía a partir de sistemas convencionales, aunada a su consumo desmedido, forma parte de la grave contaminación del agua, suelo y medio ambiente. La sobreexplotación y el uso de los combustibles fósiles han provocado serios daños a los ecosistemas. Esto ha ocasionado, en el ámbito internacional, una fuerte tendencia por encontrar fuentes alternas de energías renovables. En este sentido, el IMTA generará un inventario nacional de corrientes marinas y mareas para México, el cual será empleado para determinar las áreas potenciales de explotación para obtener energía renovable.

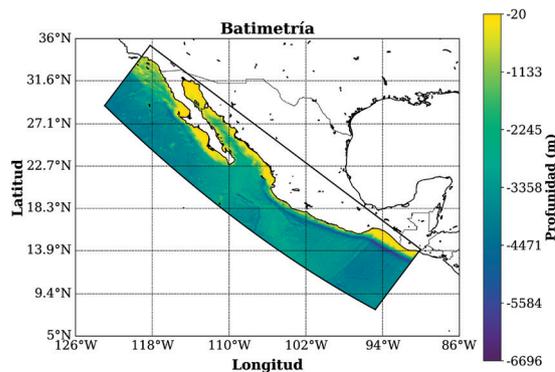
El proyecto lleva un 25% de avance. Hasta ahora se han investigado las tecnologías para la obtención de energía renovable. Además, se avanzó en la obtención de información geográfica, atmosférica y oceanográfica para México, la cual es un primer paso indispensable en la modelación numérica de corrientes.



Batimetría en los dominios seleccionados para el Atlántico mexicano.



Climatología mensual para julio (veinte años). Se observa la intensificación de la corriente de Lazo en la península de Yucatán, sitio potencial de explotación de corrientes de baja frecuencias.



Batimetría en los dominios seleccionados para el Pacífico mexicano.



**PRINCIPALES RESULTADOS**

El proyecto forma parte de las acciones federales para lograr una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25% para el año 2018, 30% para 2021 y 35% para 2024, como señala la Ley para la Transición Energética.

••• Catálogo de medidas de adaptación y mitigación por  
 ••• Región Hidrológico-Administrativa para enfrentar el  
 ••• cambio climático en México.  
 ••• **DP1711.1**

El cambio climático es la mayor amenaza que enfrenta la humanidad. México presenta una alta vulnerabilidad frente a este fenómeno, situación que afecta a muchos sectores: agua, energía, alimentos, salud y costas.

Cada Región Hidrológico-Administrativa (RHA) en la que se divide el país tiene características ambientales, económicas y sociales diferentes, por lo que es necesario proponer medidas de adaptación y mitigación que respondan eficientemente a las necesidades particulares y a las nuevas condiciones climáticas.

En este proyecto, como una primera etapa, se analizó la problemática y los retos en materia de cambio climático que enfrentan las RHA VI Río Bravo y XII Península de Yucatán, con énfasis en los riesgos sobre la seguridad hídrica en México. A partir de estos análisis se seleccionaron alternativas de adaptación y/o mitigación para cada región, algunas de ellas con potencial de aplicación en ambas, y se integraron en un catálogo.

La información de cada medida se organizó en una ficha técnica que contiene: nombre de la medida, tipo, objetivo, descripción y beneficios de la implementación, entre otros datos. Dicha información puede proveer insumos para la inclusión de cambio climático entre los componentes programáticos de los instrumentos de planificación del recurso hídrico.



Prácticas pecuarias y manejo de pasturas para disminuir gases efecto invernadero.



Ejemplo de policultivos.



## PRINCIPALES RESULTADOS

*Se han generado propuestas de estrategias amigables con el medio ambiente, para hacer un uso eficiente de los recursos hídricos.*

*Dentro de estas destacan algunas que incrementan la resiliencia social, protección de poblaciones vulnerables y empoderamiento social. Lo anterior para aumentar la productividad, la diversificación economía y la generación de empleos.*

IMTA Verde.  
**HC1712.1**

En 2017 se desarrolló la tercera etapa del proyecto, dando continuidad a los trabajos realizados en los años anteriores para promover acciones encaminadas a la seguridad hídrica dentro de las instalaciones del Instituto.

Durante el año se llevaron a cabo la mejora de la red de alcantarillado sanitario para permitir una adecuada recolección del agua residual y su potencial uso una vez tratada, y un estudio de instrumentación para medición y control de los principales parámetros hidráulicos y de calidad del agua en las distintas redes e instalaciones hidráulicas del IMTA.

También, se realizó un seguimiento de la energía eléctrica efectiva generada y la disminución del costo de ésta por concepto de equipos de bombeo, con el objetivo de estimar de forma precisa la relación beneficio-costos y un horizonte de retorno de inversión, así como la extrapolación de inversión necesaria para ampliar este sistema a todos los equipos de bombeo de la red de agua potable y riego tecnificado.

Con el propósito de complementar los trabajos de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial se desarrolló una campaña de medición y caracterización de los niveles en los canales del IMTA, para asociarlos con las lluvias que se presentan dentro de la cuenca de aporte.

Debido a la trascendencia del proyecto, se efectuarán acciones para promocionar y difundir los estudios, trabajos y resultados del *IMTA Verde*.



Trabajos de video en inspección de la red de alcantarillado sanitario.



**PRINCIPALES  
RESULTADOS**

*Mejoría en la captación y tratamiento de agua residual producida dentro del IMTA, y disminución de consumo de energía eléctrica por concepto de servicios de agua potable y riego.*

# 2 IMTA Verde

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



## Acciones y Actividades

IMTA-Verde, es un proyecto desarrollado para promover acciones dentro de las instalaciones del IMTA, que permitan un adecuado uso del recurso hídrico, una adecuada recolección del agua residual y su potencial uso una vez tratada, así como del agua producto de la precipitación pluvial, dentro de las instalaciones del Instituto. Con ello se busca la disminución del consumo de energía eléctrica por concepto de los servicios de agua potable y riego.

El Boletín Informativo IMTA Verde, es un órgano de comunicación interno para la difusión de las acciones que se elaboran para la conservación de los recursos y los usuarios involucrados en el manejo de los mismos.

Proyecto IMTA-Verde

M. en C. José Raúl Saavedra Horita

M. en I. José Manuel Rodríguez Varela

M. en I. Rodrigo Ulises Santos Tellez

Ing. Raúl González Avilez

Elaboración y diseño:  
M.A.M. Gema Alín Martínez Ocampo

Derivado del plan de acciones establecido en la primera etapa, se iniciaron los estudios para la optimización del recurso hídrico dentro de las instalaciones del IMTA, con una visión técnica y ambiental; el cual consideró estudios y proyectos ejecutivos para la sustitución de la red de distribución de agua potable, ampliar el riego tecnificado y la red de drenaje pluvial. Este estudio incluyó:

- La revisión y reseña histórica de los estudios, trabajos y proyectos relacionados con de las redes de agua potable, riego, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial
- Levantamiento del catastro de la Red de Distribución, Red de riego, Red de Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial
- Integración de la Infraestructura hidráulica del IMTA en un Sistema de Información Geográfica (SIG)
- Evaluación de la eficiencia electromecánica del equipo de bombeo

en el pozo IMTA con base en la NOM-006-ENER-2015

- Estudio de demandas, usos y consumos.
- Proyecto Ejecutivo Para la Mejora de la Red de Distribución de Agua Potable y Riego tecnificado integral
- Diseño de la red de drenaje pluvial

## Principales Resultados

Levantamiento del catastro de la Red de Distribución, Red de riego, Red de Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial

Se realizaron recorridos de campo, para levantar la infraestructura de alcantarillado sanitario y de drenaje pluvial, así como verificar la información existente de la red de distribución de agua potable y de riego. Derivado de estos trabajos, la infraestructura de agua potable, riego tecnificado, drenaje pluvial y alcantarillado sanitario se resume en las siguientes tablas.



ILUSTRACIÓN 1. Infraestructura de agua potable y riego

# 2 Boletín Informativo

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



ILUSTRACIÓN 5. SHP de la Red de Agua Potable y Riego

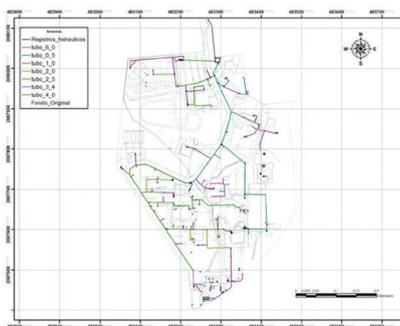


ILUSTRACIÓN 6. SHP de la Red de drenaje Pluvial y alcantarillado sanitario

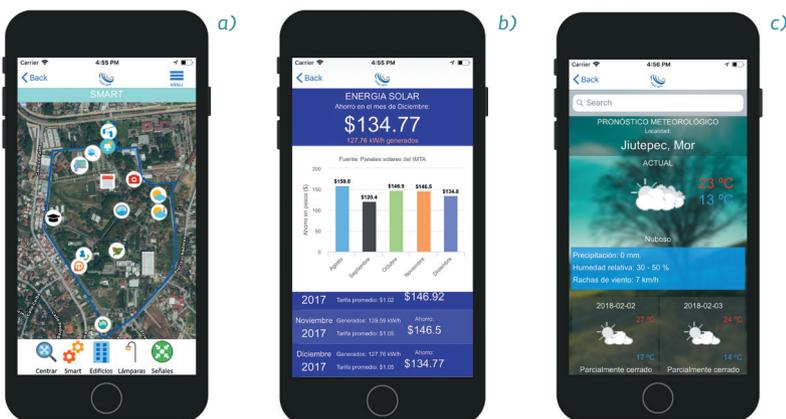
SMART IMTA.  
TH1717.1

Cada día la tecnología está más inmersa en la vida diaria, a tal punto que ha llegado a introducir conceptos que contengan la palabra *smart* (inteligente), tal como *Smart City* (ciudad inteligente), *Smart University* (universidad inteligente) o *Smart Campus* (campus inteligente). Todos estos conceptos se encuentran relacionados intrínsecamente con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en pro del bienestar de una comunidad o entorno.

En una *Smart City* se aplica una infraestructura tecnológica con la finalidad de que se utilice para desarrollar un ambiente sustentable, incrementar la calidad de vida de la sociedad y hacer buen uso de los recursos disponibles. En menor escala, las instituciones que dan énfasis al uso de la tecnología dirigida a fomentar el aprendizaje se han definido como *Smart Campus*.

En este contexto, surge en el Instituto la iniciativa de implementar un smart campus mediante el desarrollo de la aplicación para dispositivo móvil *SMART IMTA*, con la cual, en su primera etapa, se pretende brindar a personal y visitantes información asociada con calidad y gasto del pozo IMTA, horarios de clase del posgrado, calendario de eventos en el auditorio y centro de capacitación, flujo de acceso vehicular y peatonal, ahorro en energía eléctrica por medio de paneles solares, calidad de las aguas residuales, monitoreo y pronóstico meteorológico en el Instituto, entre otros aspectos.

Para lograr el objetivo, en 2017 se desarrolló la aplicación móvil *SMART IMTA* para las plataformas *Android* e *IOS*.



a) Pantalla principal.  
b) Pantalla energía solar.  
c) Pantalla pronóstico meteorológico.

PRINCIPALES  
RESULTADOS

Mediante la implementación de la aplicación *SMART IMTA* el Instituto se moderniza en cuanto al uso de tecnologías de la información y comunicación, a fin de generar conocimiento y servicios tecnológicos para directivos, personal y visitantes.

De igual forma, *SMART IMTA* proporciona información relevante sobre los usos sostenibles del agua y electricidad, así como servicios y datos estadísticos.



Programa Estratégico Institucional para la Seguridad Hídrica.  
**CP1710.1**

El Programa Estratégico Institucional de Seguridad Hídrica (PEISH) busca atender los principales problemas del agua en el país, a fin de contribuir a la seguridad hídrica mediante aportaciones de investigación y desarrollo científico y tecnológico de las diferentes áreas del Instituto.

Se partió de la revisión y análisis documental del concepto “Seguridad Hídrica” y de los principales problemas del agua en México, para luego llevar a cabo un proceso de planificación participativa

adaptado a las condiciones y requerimientos del IMTA, por medio del cual se analizaron y definieron los principales problemas de seguridad hídrica y las soluciones que el Instituto puede aportar.

Luego, se generó una primera estructura programática que en cinco programas específicos agrupa veinte líneas estratégicas, 38 líneas de investigación-acción y 56 proyectos integrales (genéricos), de los que se hará una priorización para definir los proyectos a realizar durante 2018.



Estructura programática PEISH.



**PRINCIPALES RESULTADOS**

Contar con mecanismos y bases para orientar las actividades del IMTA en pro de la sostenibilidad y seguridad hídrica.

Brindar al Instituto una dirección más precisa que le proporcionará, a su vez, un liderazgo en su campo.

Obtener mayores presupuestos para dar continuidad y lograr mejores resultados.

# 2 ASESORÍA Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

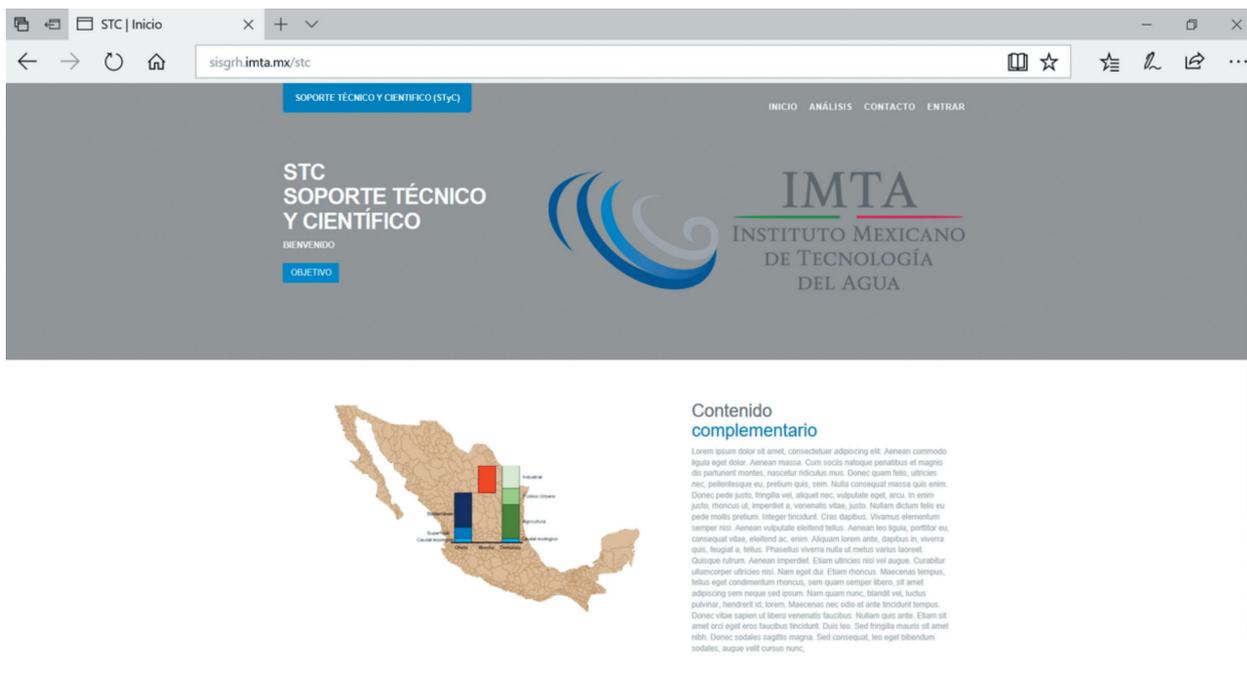
Trabajos en colaboración con la Comisión Nacional del Agua



Soporte técnico y científico para la formulación del Programa Nacional Hídrico (primera etapa).  
**TH1710.1**

Para alcanzar el objetivo de “Lograr la seguridad y la sustentabilidad hídrica de México”, indicado en el Programa Nacional Hídrico 2014–2018, es necesaria una planeación integral de los recursos hídricos. Así, se diseña un modelo que determine la oferta sustentable y la demanda de todos los sectores, tanto actuales como prospectivos, para evaluar el comportamiento de la brecha hídrica y disminuirla o cerrarla mediante un conjunto de medidas que aumenten la eficiencia del uso del agua, así como, en su caso, el incremento de la oferta.

Para ello, se definirán el cálculo de la oferta sustentable de cuencas y acuíferos, considerando la disponibilidad de agua la lógica de cálculo de la demanda para cada sector y se estimará la brecha hídrica, actual y al año 2030. La unidad de planeación será la cuenca.



STC Soporte técnico y científico



## PRINCIPALES RESULTADOS

Se contará con un modelo para la formulación de escenarios de políticas de gestión de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas con una visión de mediano y largo plazos.

El modelo tendrá impactos ambientales en la sustentabilidad hídrica del país, a través de la implementación de medidas para reducir o desaparecer la brecha hídrica; el impacto social se medirá con la garantía del abastecimiento de agua a cada sector, y el impacto económico se determinará con los costos de las medidas optimizadas.

SOPORTE TÉCNICO Y CIENTÍFICO (STyC)

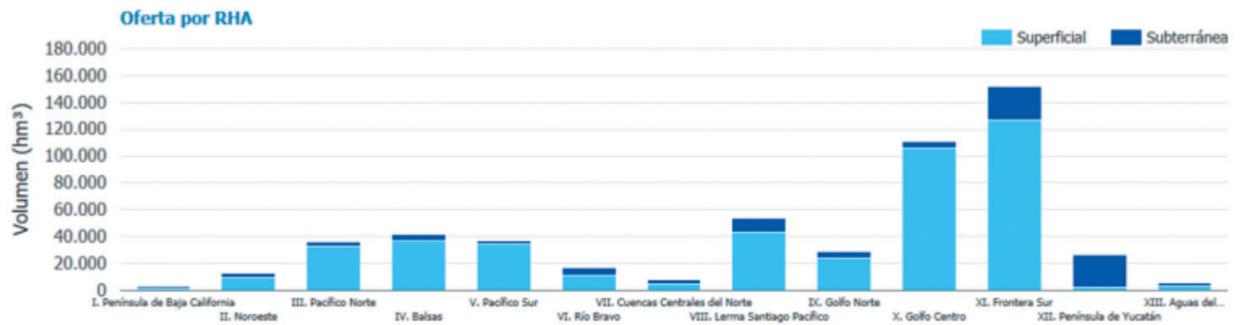
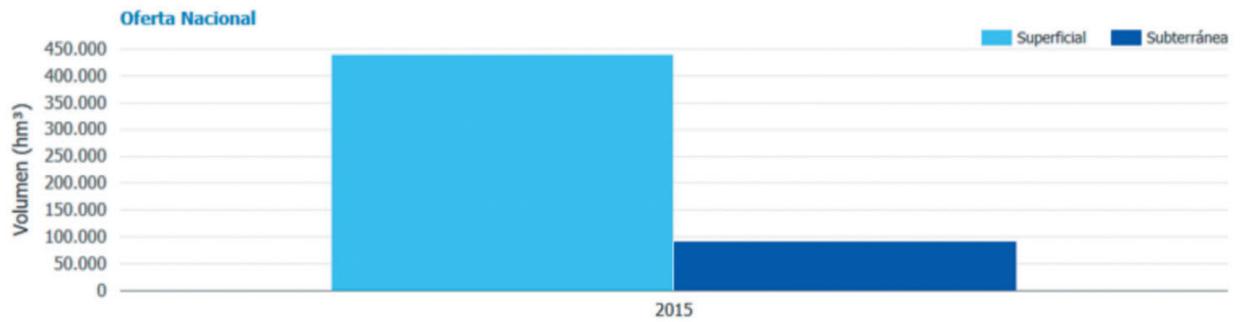
Nivel

Nacional

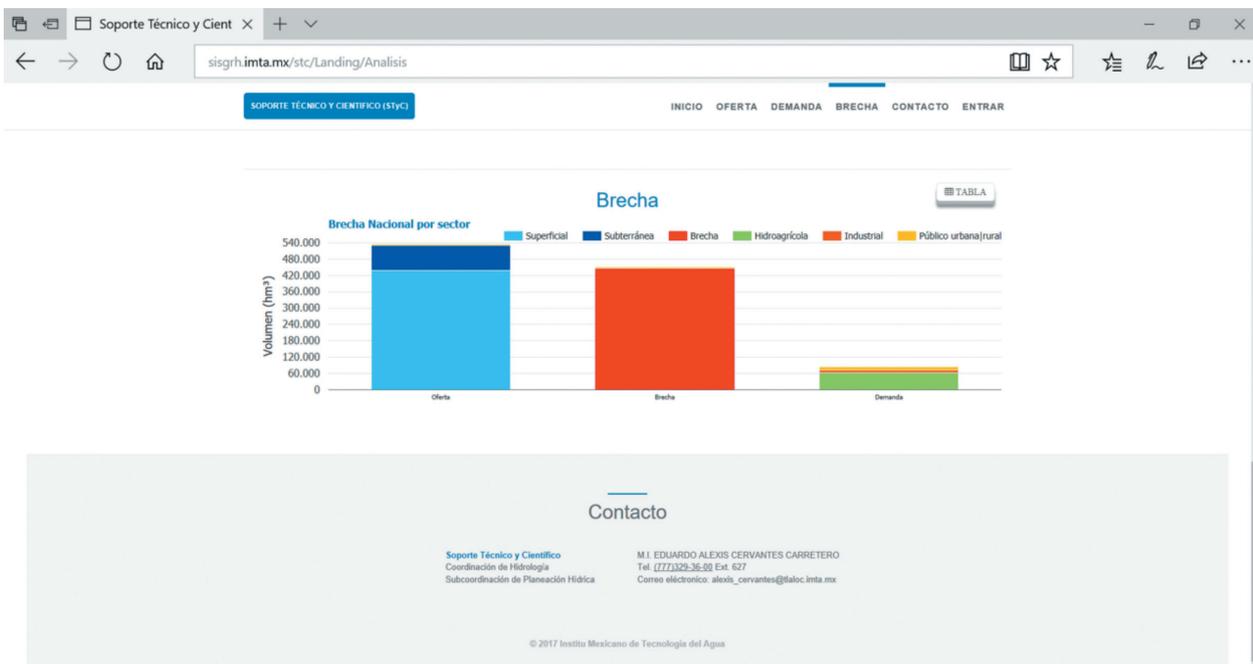
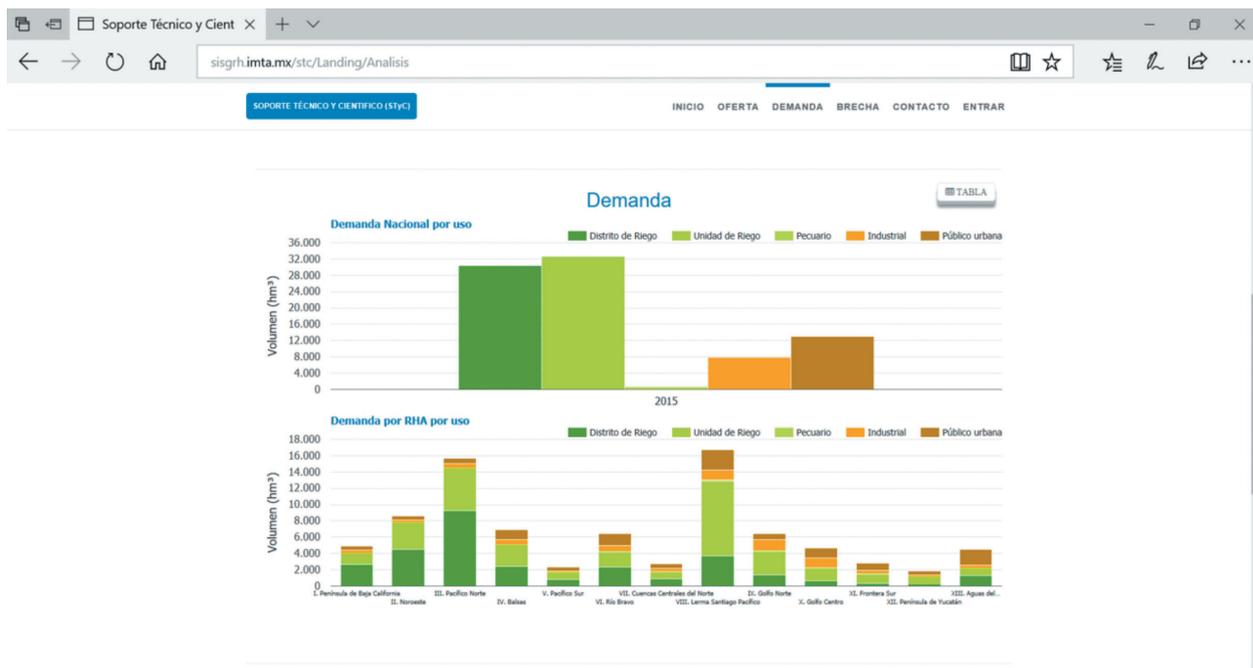


Oferta

TABLA



Oferta Nacional y Oferta por RHA.



Infraestructura para mejorar el abasto y calidad del agua en la Región Lagunera.  
**TC1632.3 y TC1706.3**

En la Región Lagunera hay gran cantidad de pozos de agua cuyo contenido de arsénico está por arriba del límite permisible que marca la NOM-127-SSA1-1994. Desde el 2014, el IMTA viene dando asistencia técnica a la CONAGUA en el desarrollo de estudios básicos, proyectos ejecutivos, verificación de las obras durante la construcción de plantas potabilizadoras, así como en la evaluación de su funcionamiento durante la puesta en marcha. A la fecha, se han construido 19 plantas de filtración directa y 26 están en proceso de construcción, que se estima concluyan en marzo de 2018.

El Instituto elaboró la ingeniería básica, los catálogos de conceptos y los términos de referencia para la licitación del diseño, construcción y puesta en marcha de veinte plantas potabilizadoras. Asimismo, se han verificado proyectos ejecutivos, validado las modificaciones durante la construcción y evaluado la planta de nanofiltración, cuyo efluente cumple con la NOM-127-SSA1-1994.



Planta de prefiltración y nanofiltración de 42 L/s para el pozo San Ignacio, San Pedro, Coahuila.



Construcción de planta de filtración directa de 193 L/s para pozos Transportes I y III, Durango.



Construcción de planta de filtración directa de 112 L/s para pozo 5, Durango.



## PRINCIPALES RESULTADOS

Las 19 potabilizadoras de filtración directa producirán agua libre de arsénico para abastecer a poblaciones de Gómez Palacio, Tlahualilo y San Felipe, en Durango; y Torreón, Madero, San Pedro y Matamoros, en Coahuila.

Al eliminar el arsénico del agua, se reducen los riesgos a la salud por consumo de agua y se favorece la economía familiar para una población potencial de 435 mil habitantes.

Se avanza en el conocimiento de la tecnología de filtración directa a través de la experiencia de las plantas instaladas, en sus etapas de diseño y operatividad, con visión de replicarlas de manera mejorada en otras regiones del país.

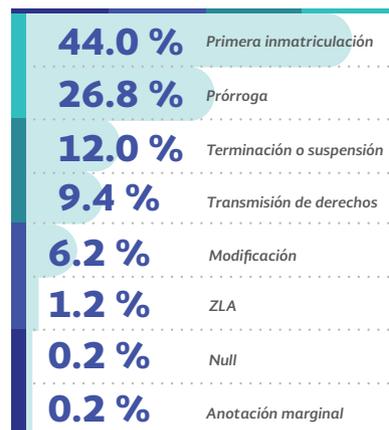
Capacidad institucional para la atención y registro de solicitudes de los usuarios de aguas nacionales.

**DP1722.3**

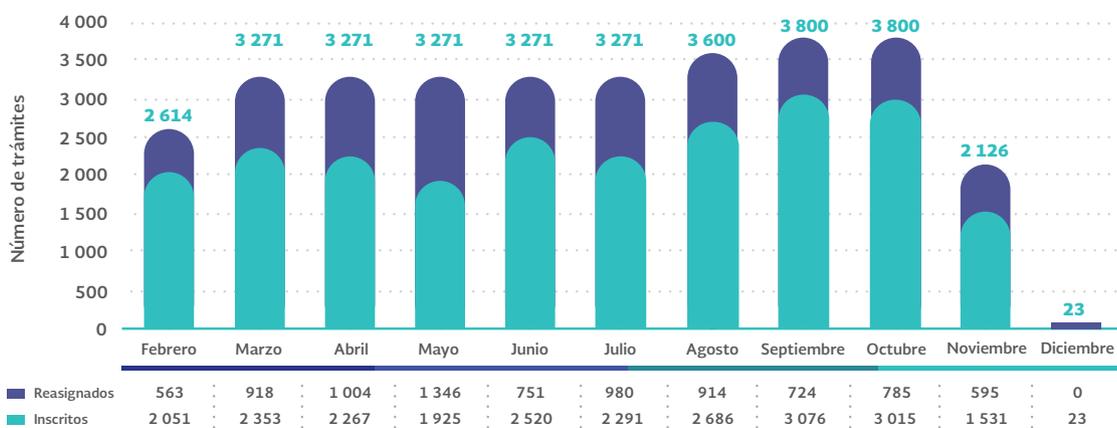
México cuenta con un sistema de concesiones y asignaciones de agua superficial y subterránea regidos por la Ley de Aguas Nacionales, cuyo proceso implica la elaboración de títulos y la solicitud de su inscripción en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), a efecto de otorgar seguridad jurídica a los particulares a través de la inscripción oportuna y confiable de las concesiones, de emitir información estadística y permitir la consulta pública.

Sin embargo, los esfuerzos para administrar los recursos hídricos del país han sido insuficientes, ya que no se han consolidado los mecanismos para implementar eficazmente las políticas públicas en materia de administración del agua, así como que los recursos materiales, financieros y humanos de la CONAGUA para desempeñar estas funciones también han resultado insuficientes. Por ello, el IMTA ha venido apoyando a la Comisión en el análisis y determinación de procedencia de solicitudes de inscripción pendientes.

En 2017 se analizó y determinó la procedencia de 32 318 solicitudes de inscripción. También, en función de los asientos de registro preexistentes y de los ordenamientos legales aplicables, se elaboró el proyecto de inscripción (hoja y sello de registro) al REPDA para firma del registrador y la elaboración de la respuesta a la autoridad solicitante. Del total de trámites trabajados, se inscribieron 23 738 (73%) y se reasignaron 8 580 (27%).



Trámites atendidos por tipo de movimiento.



Concentrado mensual de trámites trabajados.



**PRINCIPALES RESULTADOS**

Otorgar seguridad jurídica a los particulares ante la CONAGUA y ante terceros.

Apoyar a la Comisión en su papel de autoridad en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes, en el cumplimiento de la legislación establecida.

A través de los títulos y concesiones registradas, la CONAGUA recibe las cuotas por explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, extracción de materiales pétreos y descargas de aguas residuales.

## TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON ENTIDADES Y MUNICIPIOS

Los embalses emiten gases efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y metano  $\text{CH}_4$ . De ellos, éste último es el más importante por su alto potencial de calentamiento global. En nuestro país no se ha establecido la contribución de estos gases de los cuerpos de agua interiores y, por esta razón, se propuso el presente proyecto.

Se seleccionó la cuenca Valle de Bravo para aplicar una herramienta de predicción de la emisión de dichos gases a partir de la caracterización detallada de la cuenca, acompañada de un estudio experimental en laboratorio sobre la aportación de los sedimentos acumulados en el embalse.

En 2017 se analizaron cuatro modelos de predicción de emisiones de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ , obteniendo, en promedio, 302 y 416  $\text{mg}/\text{m}^2$  de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ , respectivamente, que indican riesgo de emisión medio por el embalse.

El estudio experimental arrojó que desde los sedimentos a la columna de agua se emiten 49 toneladas de  $\text{CO}_2$  anuales, concluyendo la necesidad de profundizar en la evaluación de las emisiones netas a la atmósfera del embalse Valle de Bravo, a partir de la columna de agua.

### Estado de México

Estudio de los flujos de gases de efecto invernadero en el embalse de Valle de Bravo.  
**HC1709.1**



Obtención de muestra de sedimento en la presa Valle de Bravo, mediante draga Ekman.



Cámaras flotantes para la medición de GEI en el embalse Valle de Bravo.

## PRINCIPALES RESULTADOS

*El proyecto contribuye al conocimiento del estado que guarda la situación de las emisiones de GEI en los embalses de México, así como su aportación a escala global atmosférica, a fin de proponer alternativas para su mitigación.*

*De igual forma, contribuye a preparar capital humano para medir los GEI en cuerpos de agua interiores del país.*



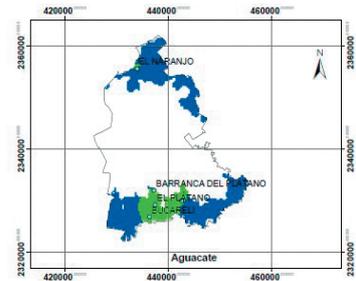
Querétaro

Planeación productiva de La Sierra Gorda.  
**RD1618.3**

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 tiene alrededor de 125 mil habitantes. Ocupa una extensión del orden de las 350 000 hectáreas.

Desde el punto de vista del sistema productivo, presentan cultivos criollos de manzano, olivo, nogal, ciruelo, tejocote, pera, membrillo, almendro, durazno, chabacano, zarzamora higuera, cítricos, café, guayaba, mango y, en muchos casos de valor estacional, hortalizas. Cabe resaltar que la planta de aguacate, adaptada a diferentes lugares y altitudes, existe en todos los municipios. Así, se identificó el potencial frutícola de la zona y las posibles acciones de conservación de agua y suelo, cosecha de agua de lluvia y uso eficiente de agua y energía, ofreciendo un abanico de oportunidades para el desarrollo sustentable en beneficio de sus habitantes.

En 2017, se integró un sistema de información geográfica con mapas de elevación, variables climáticas, especies frutales nativas e introducidas, y de valoración del potencial productivo; se obtuvieron 22 mapas para 11 cultivos; se generaron tres documentos sobre planificación de actividades productivas, y se integraron proyectos de sistemas productivos pilotos. Por otra parte, se impartió en cuatro ocasiones el curso *Captación de agua de lluvia y uso eficiente del agua*, siendo las sedes Jalpan de Serra, Pinal de Amoles, Cadereyta y San Joaquín. En total, se capacitó a 63 técnicos y productores.



Mapa de zonificación potencial para producción de aguacate, obtenido mediante el sistema de información geográfica.



Curso de capacitación *Captación de agua de lluvia y uso eficiente del agua*, Jalpan de Serra, Querétaro.



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



**PRINCIPALES RESULTADOS**

Con el proyecto se fomenta la organización de la sociedad civil y su participación en proyectos ejecutivos, y se mejoran las condiciones económicas de los productores al incrementarse los rendimientos en la producción de hortalizas y frutales.

Igualmente, se fortalecen 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 de este recurso, así como el empleo de tecnologías eficaces.

## Sinaloa

- Actualización del proyecto ejecutivo de sobreelevación del Canal Principal Humaya y Presa Derivadora Andrew Weiss (cuarta etapa).
- **RD1713.3**

En la actualidad, durante el periodo de máxima demanda hídrica, el Canal Principal Humaya (CPH) no cuenta con la suficiente capacidad para 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 CPH, de 80 m<sup>3</sup>/s a 112.5 m<sup>3</sup>/s en su obra de toma, y sobreelevarlo, además de incrementar la capacidad de las estructuras como desfogues, entradas de agua y puentes, entre ellas.

Como resultados de 2017 figuran la rehabilitación de la Presa Derivadora Andrew Weiss y de 14 represas, la elaboración de proyectos ejecutivos para 24 entradas de agua del CPH, y la sobreelevación de 16 km del canal y de tres diques: Dique 2, Mariquita y Palos Amarillos.



Canal Principal Humaya.



## PRINCIPALES RESULTADOS

*El incremento de capacidad de conducción del CPH responde al cambio del patrón de cultivos con respecto al diseño original del sistema Humaya, así como al aumento en la superficie de riego, aunado a la pérdida de capacidad detectada en diversos estudios.*

*El objetivo consiste en incrementar la producción al disminuir el estrés hídrico, principalmente del cultivo de maíz en el sistema Humaya (DR 010 y 074).*

*En esos mismo distritos, 010 y 074, Mocorito, con superficie de riego de 150 000 ha, se beneficia económicamente a 18 557 usuarios mediante la rehabilitación y sobreelevación del CPH, que aumentan la capacidad de conducción del agua. Con ello, se aseguran la cosecha e incremento de la productividad de cultivos.*

*El IMTA propone a los usuarios de riego proyectos técnica y económicamente rentables.*

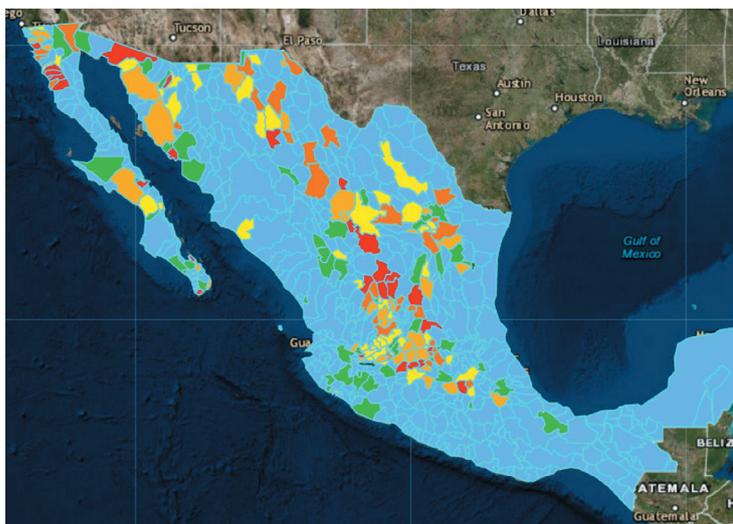
Zacatecas

•••••  
 ••••• **Uso de redes inteligentes para monitoreo de extracciones en sistemas de bombeo agrícola.**  
 ••••• **RD1717.1**  
 •••••

En la última década se ha intensificado el uso del agua subterránea para actividades agrícolas, lo que ha agravado el problema de acuíferos sobreexplotados. En este contexto, el IMTA desarrolló el Sistema de Información de Extracciones Volumétricas en Acuífero (SIEVA), el cual permite monitorear las extracciones utilizando el índice energético (kWh/m³) y los consumos de energía eléctrica.

Hoy en día, las redes eléctricas inteligentes pueden proveer dicha información, pues cuentan con una gran infraestructura de comunicación y de procesamiento de datos. Por esta razón, se requiere explorar el uso de las redes inteligentes como fuente de información de la base de datos del SIEVA, con el propósito de automatizar la adquisición de datos y facilitar el monitoreo de las extracciones en los sistemas de bombeo de las unidades de riego.

Durante 2017 se hicieron trabajos para validar la disponibilidad de los datos de los consumos de energía, usando la red inteligente de la Comisión Federal de Electricidad; se actualizó la base de datos del SIEVA, se cuantificó la cantidad de volumen excedente con respecto a la concesión de los pozos contenidos en la muestra en los años 2015 y 2016, y se determinaron la variación de la eficiencia electromecánica, el índice energético y el gasto en seis unidades de riego de un acuífero sobreexplotado. Con los resultados obtenidos se generó un informe sobre la metodología para monitorear extracciones en sistemas de bombeo agrícola del acuífero Chupaderos, Zacatecas. Incluye los consumos volumétricos de los pozos evaluados y reportes construidos con la información de la base de datos SIEVA, actualizada con las redes inteligentes.



Acuíferos sobreexplotados.

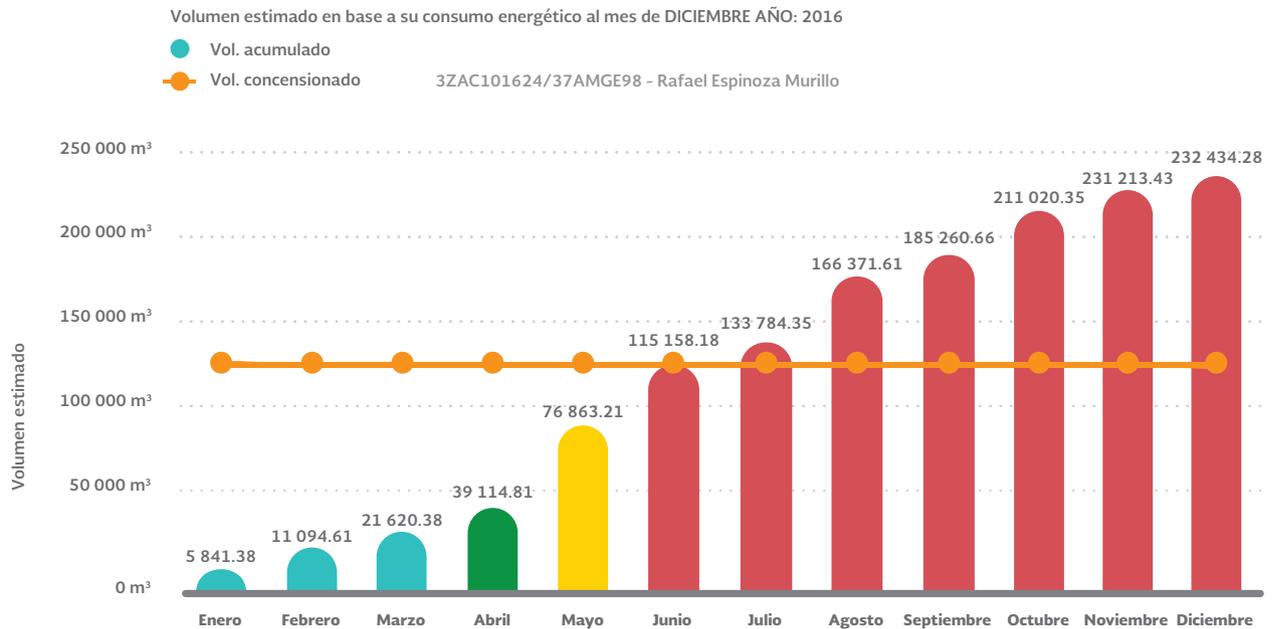


**PRINCIPALES RESULTADOS**

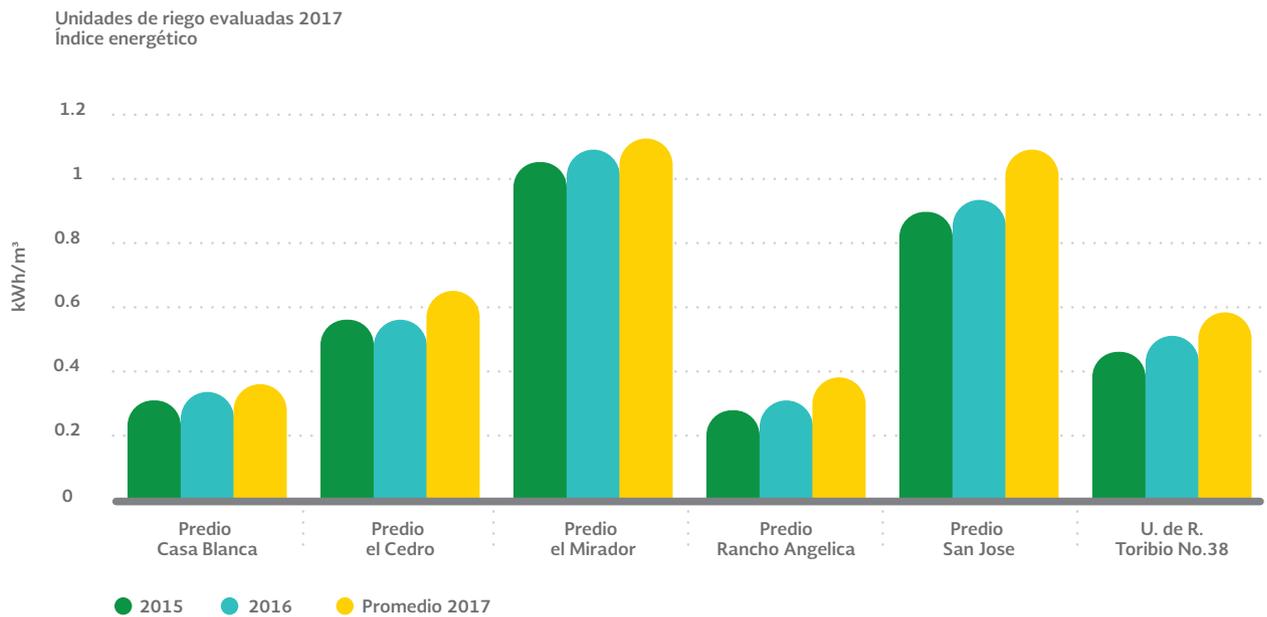
*La sobreexplotación y sobreconcesión son dos problemas que inhiben el desarrollo social, económico y ambiental en nuestro país, por lo que se requiere una política pública que los resuelva en el corto plazo.*

*El proyecto verifica una metodología que asegurará el insumo para los diferentes usos consuntivos del agua subterránea, favoreciendo los ingresos económicos de productores de la agricultura bajo riego del país.*

*La metodología explora el uso de recientes tecnologías, a fin de actualizar datos de consumos de energía eléctrica para relacionarlos con las extracciones de los equipos de bombeo a través del tiempo.*



Extracciones estimadas con el índice energético de una unidad de riego, 2016.



Índice energético de seis unidades de riego analizadas durante 2017 (comparación 2015, 2016 y 2017).

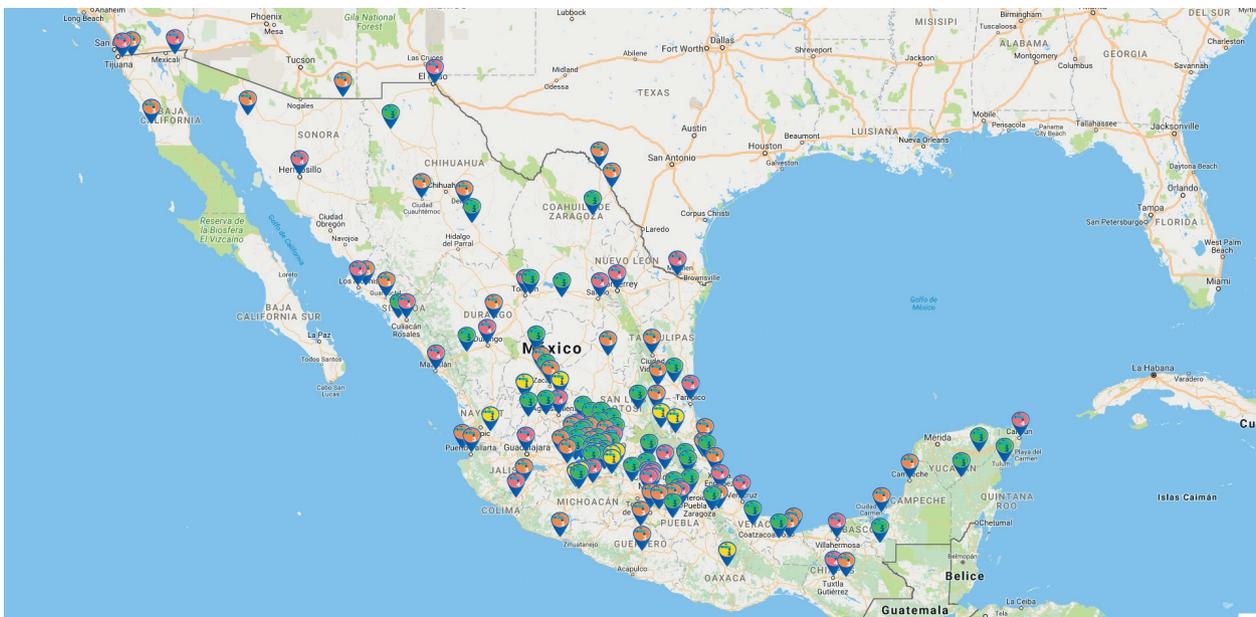
## TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES

Sistema de información para incentivar el cobro-pago del agua Fase II (2015-2018).  
**HC-1533.4**

En 2012 la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA) solicitó al IMTA un sistema de información específico sobre el cobro-pago del agua, tanto para organismos operadores del agua (OO) como para distritos (DR), con el objetivo de incrementar las eficiencias comercial y de cobro para establecer una política de *benchmarking* entre los organismos involucrados, a través de estímulos económicos o en especie y otorgados a los mejores.

En 2017 se contó con la participación de 144 OO, de los cuales nueve fueron elegidos por obtener los mejores resultados en eficiencia global, así como nueve de 86 DR por recaudación por metro cúbico, haciéndose así merecedores del Reconocimiento a las Mejores Prácticas en Cobro-Pago del Agua, Edición 2017.

También, se rediseñó el sitio web del sistema para que ofrezca una consulta más amigable.



Organismo operadores participantes (2017).

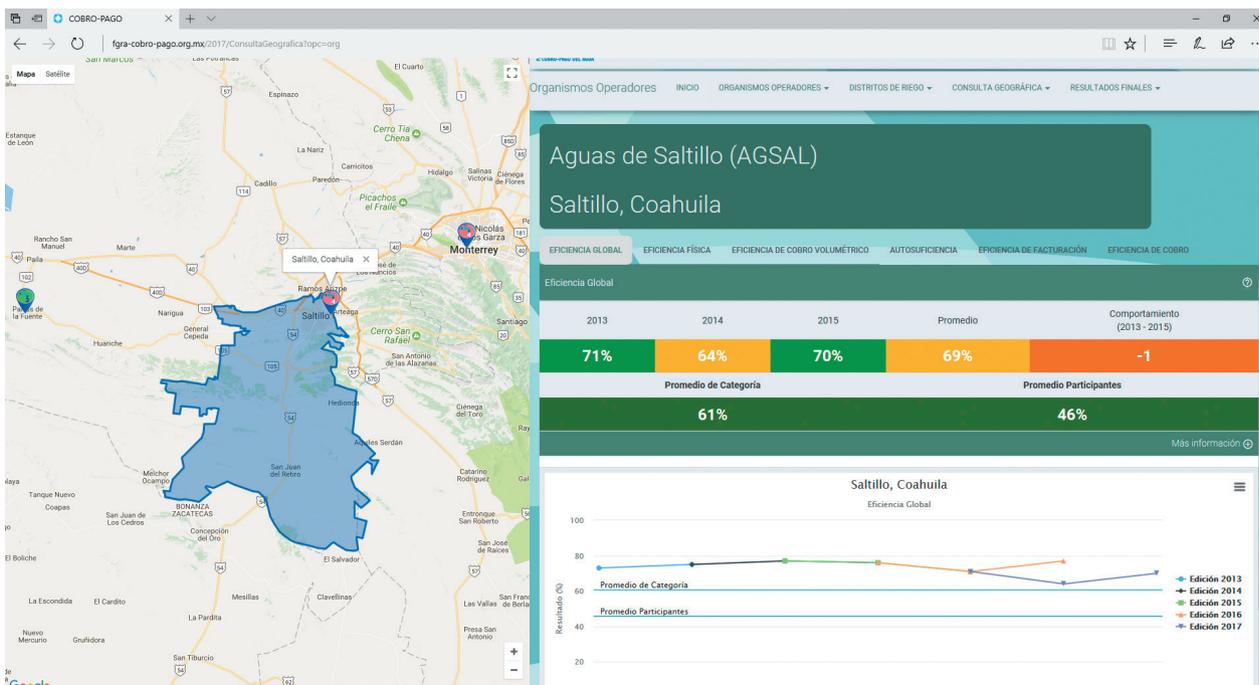


### PRINCIPALES RESULTADOS

Los resultados obtenidos proporcionan a la FGRA una herramienta que permite elegir los OO y los DR que mejor comportamiento hayan presentado, para con ello reconocer a quienes se distinguen por su esfuerzo. A su vez, la sociedad tiene la posibilidad de observar el comportamiento de los indicadores presentados por cada una de las instituciones participantes.



Distritos de riego participantes (2017).



Nuevo dise1o del sitio web del sistema.

**PARTICIPACIÓN EN**  
**2017**

**144**  
**ORGANISMOS OPERADORES**



**PARTICIPACIÓN DE**  
**86**  
**DISTRITOS DE RIEGO**

Servicio aproximado a poco más de  
**52.3 MILLONES** DE PERSONAS  
LO QUE REPRESENTA UN  
**44%**

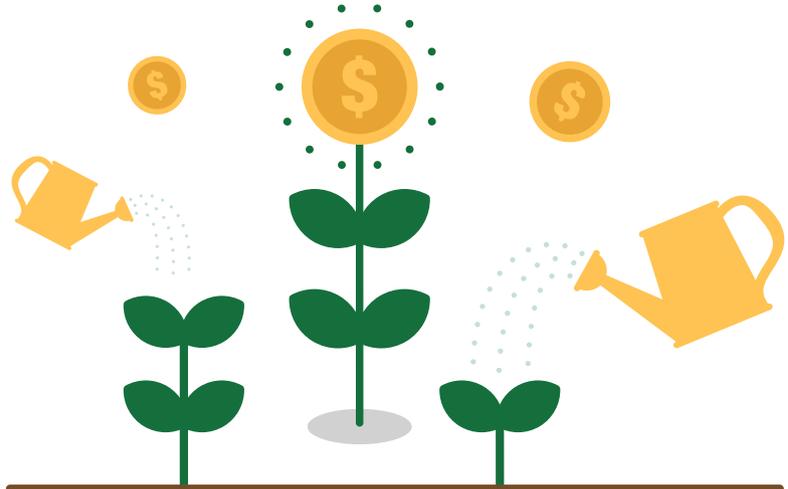


de la población según cifras oficiales de INEGI, año 2010



Volumen distribuido utilizando  
**26 819 MILLONES**  
de metros cúbicos de agua

Productos agrícolas producidos  
**49 MILLONES**  
de toneladas



Valor total de producción

**124 160 MILLONES**  
**DE PESOS**

Monitoreo de calidad del agua y mantenimiento de estaciones climatológicas instaladas en el lago de Pátzcuaro.

**HC1717.7**

El lago de Pátzcuaro presenta un proceso natural y acelerado de eutrofización, donde el material de los suelos que conforman la cuenca es acarreado por la erosión. Ello provoca un fuerte azolvamiento al vaso, que aunado a una notable disminución en su profundidad y la descarga de aguas residuales no tratadas y descargas no puntuales, favorece el desarrollo de las plantas acuáticas y semiacuáticas en toda la periferia del cuerpo de agua.

Mediante estudios, en 2017 se definió que la porción suroeste del lago está cubierta por un humedal conformado por hidrófitas arraigadas de los géneros *Typha Schoenoplectus* y *Arundo* (tule, chuspata y carrizo). En cuanto al Índice de Calidad del Agua, los promedios

encontrados en las estaciones Quiroga, Espíritu, Pacanda, Napízaro, Janitzio Sur y Uranden señalan condiciones aceptables para uso del agua recreativo, industrial y de la vida acuática, siendo Uranden la estación con mejor calidad del agua en todo el lago, y la estación Embarcadero la de menor calidad.

En referencia a las descargas de las plantas de tratamiento, aguas residuales y afluentes, las plantas Janitzio, Tzintzuntzan, Las Garzas, Guani y San Pedrito presentaron, en promedio, condiciones de agua contaminada que afectan notablemente al lago.

Con respecto a la evolución de la calidad del agua en el lago, se puede afirmar que no ha habido un cambio sustancial entre

las estaciones a lo largo de 11 años y tampoco en las descargas de las plantas de tratamiento, lo que representa una estabilidad del lago. Por su parte, los análisis biológicos registraron un total de 116 especies de plancton, de las cuales *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena* sp. y *Microcystis* sp.; los rotíferos *Brachionus* spp., *Filinia* spp., *Polyarthra dolichoptera* y los copépodos fueron las especies más dominantes en este sistema. Los sitios de Uranden, Embarcadero y Tzurumútaró presentaron los mayores valores de diversidad, mientras que los sitios de los drenes Quiroga y Espíritu mostraron los valores más bajos.

Es importante resaltar que los sitios con mayor diversidad fueron aquellos que presentaron una mejor calidad de agua.



Muestreo de parámetros fisicoquímicos y biológicos en el lago.



Ubicación de estaciones de muestreo.

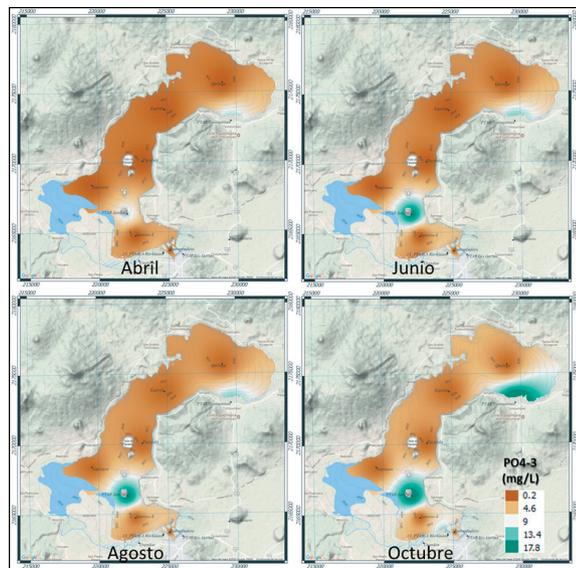
**PRINCIPALES RESULTADOS**

Los programas de monitoreo ambiental, incluyendo los de calidad del agua y su evolución a lo largo del tiempo y el espacio, definen la planeación de los usos consuntivos y no consuntivos del agua. A partir de lo anterior, se establecen estrategias de control de descargas y del manejo de la cuenca bajo estrategias integrales de control de la contaminación.

La generación de indicadores de las tendencias de evolución de los valores históricos y recientes de distintos parámetros fisicoquímicos y biológicos contribuye al conocimiento de herramientas para estos fines.

Además, como importante valor agregado el proyecto comprende la formación de especialistas y estudiantes de nivel licenciatura, así como la publicación de resultados en libros y revistas científicas.

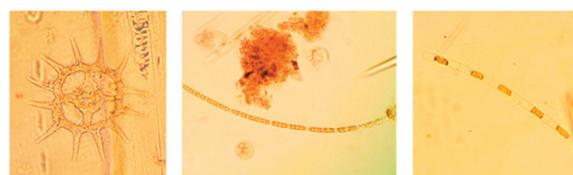




Parámetros físico-químicos y su distribución en el lago. En este caso, fosfatos.



Especies de plancton encontradas durante el estudio.



*Pediatrum*

*Melosira*



*Pediatrum*

*Surirella*



Estaciones de monitoreo hidroclimático y su ubicación en el lago.

## Prácticas y obras para la repoblación forestal y conservación de suelos.

### RD1611.4

En el bienio 2004-2005 se iniciaron los trabajos de conservación de los recursos naturales en dos microcuencas consideradas prioritarias por su nivel de degradación y grado de 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.

Para el periodo 2014-2017, se planteó dar continuidad a las prácticas y obras conservacionistas en laderas y cauces de esta cuenca.

Se apoyó con insumos de agroquímicos la producción de planta forestal y no forestal al vivero Francisco J. Múgica de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (CoFOM), y se dio seguimiento con-

tinuo desde la siembra hasta la obtención de planta utilizada para reforestar.

Conjuntamente con la CoFOM, se realizaron recorridos de campo para seleccionar los predios a reforestar, así como los cauces y sitios para obras en cauces de la microcuenca del cerro Tariaqueri, una de las prioritarias.

Durante el año se establecieron 146.9 hectáreas mediante reforestaciones sociales, en las que a la población sólo se le proporcionaron las plantas; es decir, se reforestó sin insumo para llevar a cabo las plantaciones.

En cuanto al establecimiento de presas en cauces, en la microcuenca del cerro Tariaqueri se construyeron cinco presas

de gaviones con un volumen de obra de 1 82.5 m<sup>3</sup>, tres presas de piedra acomodada con un volumen de obra de 110.1 m<sup>3</sup> y cinco presas de geocostales con un volumen de obra de 65.1 m<sup>3</sup>. El volumen total de las obras fue de 357.7 m<sup>3</sup> y con ello se logrará detener sedimentos para que no alcancen el lago y se incrementará el agua infiltrada en la microcuenca.

De igual forma, se continuó con la medición de escurrimientos y sedimentos. Con la información recabada se analizó el efecto de la presencia o no de obras y prácticas conservacionistas, en donde se determina que existe una eficiencia promedio de 97%. Esto favorece la infiltración de agua de lluvia y no se producen sedimentos que llegarían al lago.



Producción de planta para reforestaciones. Vivero Francisco J. Múgica.



Reforestación.

## PRINCIPALES RESULTADOS

Mediante las reforestaciones, se incrementa la cobertura forestal.

La construcción de presas de gaviones, piedra acomodada y de geocostal reducen el aporte de sedimentos y contaminantes al lago.

Las acciones se realizan con la participación de los productores locales, interesados en preservar la cuenca.



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

En la cuenca del lago de Pátzcuaro existen condiciones ambientales para el establecimiento de 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 apoya la recuperación del nivel del agua del lago de Pátzcuaro. Bajo este contexto, resulta de interés capacitar a los productores usuarios en el manejo adecuado de sistemas de invernaderos, que les haga posible mejorar la producción de cultivos mediante la captación de agua de lluvia y riego tecnificado.

Durante 2017 se continuó con el manejo y operación de la parcela piloto demostrativa (invernadero con captación de agua de lluvia y riego tecnificado), y se realizaron acciones en cuanto al manejo agronómico de los cultivos de jitomate y calabacita (riego, fertili-

zación, control de plagas y enfermedades, tutoro de planta, poda de ramas inferiores, poda de rama apical, inicio y continuación de cosecha del cultivo), limpieza de los techos tanto del invernadero como del tanque-cisterna para evitar taponamiento de los conductos de agua por acumulación de basura. Asimismo, se hizo limpieza de filtro en el sistema de riego, y revisión y reparación de fugas en las cintas regantes. También, se mantuvo una supervisión constante del sistema de aprovechamiento de energía solar.

De igual forma, se celebraron dos cursos-talleres en los que participaron un total de 48 personas entre productores y técnicos del lugar. Con ello, se difundió la tecnología de producir cultivos en invernadero con captación de agua de lluvia y aplicación de riego tecnificado con energía solar, como una tecnología viable técnica y económicamente para el sector agrícola de la cuenca.



Parcela piloto de invernadero con captación de agua de lluvia y riego tecnificado con energía solar.



Producción de calabacita en el invernadero con captación de agua de lluvia.



**PRINCIPALES RESULTADOS**

El uso eficiente del agua de lluvia es un factor de producción que influye en la seguridad alimentaria y la seguridad hídrica en beneficio de la población, ya que se manifiesta en mejores ingresos para las familias.

Identificar, validar y difundir tecnologías para captar, almacenar y usar de forma eficiente el agua de lluvia en actividades productivas en apoyo al desarrollo rural, son actividades primordiales y de innovación en el sector agrícola.

# 3 FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Los posgrados que brinda el IMTA en forma directa son: Maestría en Ciencias y Tecnología del Agua, con las áreas de concentración de sistema ambientales, hidrometeorología e ingeniería de sistema hidráulicos; Maestría en Gestión Integrada de los recursos hídricos y Doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua.

Los programas de posgrado que se desarrollan en el IMTA como entidad académica reconocida por el Posgrado en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México son: Maestría y Doctorado en Ingeniería Civil con el campo disciplinario

Hidráulica, y Maestría y Doctorado en Ingeniería Ambiental con el campo disciplinario de Agua.

Los cursos presenciales de posgrado a nivel maestría tuvieron un nuevo récord, en comparación con el año 2016, pasando de 21 625 a 22 691.5 horas ofertadas, con un total de 156 asignaturas curriculares y seis cursos extracurriculares; lo anterior representa un incremento de 4.93 por ciento.

En forma global, considerando los programas de maestría y doctorado del IMTA, se tiene una demanda estudiantil durante

## Programas de posgrado del IMTA. DP1713.1

2017 de 85 estudiantes, 64 de ellos en maestría y 21 en doctorado.

El indicador de gestión señala una eficiencia terminal de todos los programas de posgrado, por cohorte, de 63 por ciento.

Con el fin de tener una estándar en todos los programas de posgrado del IMTA, se hizo el registro de inscripción para la evaluación en los Programas Nacionales de Posgrados de Calidad del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, del Programa de Maestría de Ciencias y Tecnología del Agua, con sus tres áreas de concentración.

### Eficiencia terminal del posgrado diciembre (2017)

Programa	Estudiantes				
	Inscritos	Bajas	Con créditos terminados	Graduados	Eficiencia terminal (%)
Posgrado IMTA	24	3	21	18	75%
Maestría en Ciencias y Tecnología del Agua					
Maestría en Ciencias del Agua	59	20	39	32	54%
Doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua	37	25	12	11	30%
Posgrado IMTA/UNAM					
Maestría en Ingeniería Civil/Hidráulica	74	4	70	51	69%
Maestría en Ingeniería Ambiental/Agua	55	1	54	47	85%
Doctorado en Ingeniería Civil/Hidráulica	7	0	7	2	29%
Doctorado en Ingeniería Ambiental/Agua	6	0	6	4	67%
<b>Total</b>	<b>262</b>	<b>53</b>	<b>209</b>	<b>165</b>	<b>63%</b>



## PRINCIPALES RESULTADOS

Formar recursos humanos altamente capacitados para atender los problemas en materia de seguridad hídrica del país.

Los trabajos de investigación de los alumnos de posgrado se relacionan con la problemática ambiental, social y tecnológica.

Participación en foros, publicaciones en revistas y desarrollo de patentes.

Cursos a distancia en temas de seguridad hídrica.  
**DP1717.1**

Con el fin de contribuir al desarrollo y capacitación de los servidores públicos, especialistas, estudiantes y usuarios del agua, facilitándoles la adquisición de conocimientos, habilidades y aptitudes para la atención o solución de los problemas asociados con la Seguridad Hídrica.

En este sentido, en 2017 se desarrollaron tres cursos a distancia orientados a temas de calidad del agua: *Evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales*, *Muestreo de descargas de agua residual conforme a la normatividad* y *Contaminantes emergentes en el ambiente acuático*. Estos cursos contribuyen a la seguridad hídrica del sector en aspectos vinculados a la disponibilidad y a la calidad del agua, en especial, a la disminución de los niveles y riesgos de contaminación.

Para obtener los resultados del proyecto se realizaron las siguientes actividades en cada uno de los cursos a distancia: a) diseño, elaboración y propuesta de una interfaz gráfica; b) integración de la información técnica; c) incorporación de estrategias y recursos didácticos; d) integración de diferentes recursos multimedia en los contenidos; e) desarrollo de autoevaluación por unidad de aprendizaje; f) revisiones y retroalimentación por parte de los autores; y g) conclusión de cursos y su puesta en plataforma.

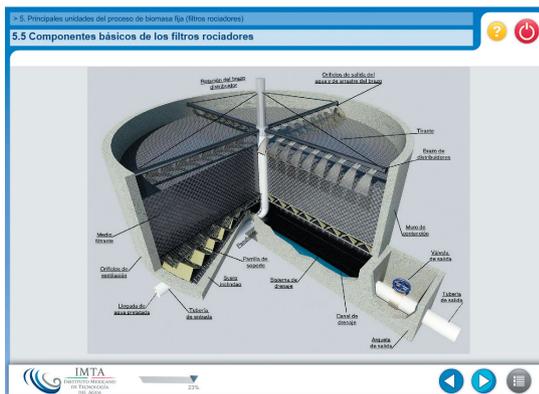


Ilustración del curso *Evaluación de plantas de tratamiento de aguas*.



Ilustración del curso *Muestreo de agua residual conforme a la normatividad*.



Ilustración del curso *Contaminantes emergentes en el ambiente acuático*.



**PRINCIPALES RESULTADOS**

Los cursos y actualizaciones a la plataforma permiten la identificación de los riesgos por contaminación del agua e incremento de la disponibilidad del agua en calidad y cantidad para sus diversos usos.

- Cursos especializados en la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a servidores públicos involucrados en el manejo del recurso hídrico.

### • DP1724.3

Uno de los problemas que aqueja a la mayoría de las empresas de agua potable del país es la falta de capacitación de su personal. Con el fin de aprovechar las competencias del personal experto en materia de agua potable, desde 2016 la CONAGUA ha promovido el concepto “Escuela del Agua”, que está dirigida a impulsar la profesionalización y mejora de las capacidades técnicas del personal que colabora en los organismos operadores de agua potable y comisiones estatales de agua del país, mediante cursos de capacitación.

La Comisión solicitó apoyo técnico al IMTA para impulsar y operar dicha Escuela del Agua. Desde 2016 ambas instituciones colaboraron en el desarrollo de treinta eventos de capacita-

ción en seis temas técnicos, capacitando a 750 personas.

En 2017, se planteó una nueva estrategia a través de la radicación de recursos federales a los estados mediante el Programa Federal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (PROAGUA), para celebrar convenios de colaboración con el IMTA para participar en el programa de cursos de la “Escuela del Agua”, en la modalidad de cursos presenciales.

De agosto a diciembre de 2017 se impartieron 47 cursos capacitándose a 963 trabajadores de 185 instituciones encargadas de brindar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en 24 estados de la república mexicana.



Sesión en aula de un curso de la Escuela del Agua.



Sesión en campo de un curso de la Escuela del Agua.



Inauguración de los cursos presenciales de la Escuela del Agua.

## PRINCIPALES RESULTADOS

La Escuela del Agua apoya la mejora de la calidad de los servicios que los organismos operadores brindan a sus usuarios, y se inscribe en los cumplimientos de educación continua y capacitación en el subsector.



- Coordinación, seguimiento y evaluación de la componente Riego por Gravedad Tecnificado, en 22 000 ha, en los distritos de riego 063 Guasave, 075 Río Fuerte y 076 Valle del Carrizo de Sinaloa.
- **RD1624.3**

El riego por gravedad parcelario sigue siendo la forma predominante para aplicar el agua a los cultivos en el país. Ante este panorama, existe un gran potencial para mejorar el servicio y aplicación del riego parcelario en los distritos de riego (DR).

En esta vertiente la CONAGUA tiene, en su cuarto año de operación, el programa de Riego por Gravedad Tecnificado (RIGRAT) para incrementar la productividad del agua en la agricultura y garantizar el suministro preciso y oportuno del riego a los cultivos. Desde el año agrícola 2014-2015, el IMTA es responsable de la implantación, seguimiento y consolidación de dicho programa.

Para fortalecer el seguimiento y la adopción de las recetas de riego por gravedad por parte de los usuarios beneficiados, se han fortalecido las capacidades de regadores, productores y supervisores de riego a través de talleres de capacitación y asistencia técnica.

Se han realizado proyectos de nivelación de tierras, aplicación controlada del agua en la parcela, pronóstico del riego en tiempo real, evaluación del riego parcelario y entrega y cobro volumétrico del agua de riego servida en la parcela.

Los resultados indican un incremento en el rendimiento de los cultivos superior al 2.5%, planteado como meta. El volumen ahorrado para este ciclo fue establecido en 3.2 millones de m<sup>3</sup>, logrando un ahorro de agua a escala fuente de 29 hm<sup>3</sup>: 18 575. 6 en el DR 063; 6 988.21, en el 075 Río Fuerte, y 3 436 en el 076 Valle del Carrizo.



Entrega de estructuras de aforo parcelarias.



a)



b)



c)

a) Muestreo de cosecha para determinar rendimientos. Módulo Ruiz Cortines, DR 075, Río Fuerte, Sinaloa.

b) Estación meteorológica con descarga de datos remota.

c) Diseño y trazo de riego, módulo Mavari, DR 075, Río Fuerte, Sinaloa.



## PRINCIPALES RESULTADOS

Se atendieron 639 parcelas, con más de 570 beneficiarios y distribuidas en 6 665 ha en cinco módulos de riego. En dichas parcelas, se han logrado láminas que oscilan entre los 70-90 cm, promedio, para todos los cultivos, con eficiencias parcelarias promedio por arriba del 46%. Resaltan los módulos Ruiz Cortines y Sevelbampo, con eficiencias del 55%. Así, se obtuvo un ahorro de agua en la parcela de 4 millones de m<sup>3</sup>, y una productividad del agua total, en el distrito, mayor a la unidad 1.07 kg m<sup>-3</sup>.

## Capacidades técnicas para el manejo de los recursos hídricos en El Salvador.

### CP1737.4

En el marco del Programa de Gobernabilidad y Planificación de la Gestión del Recurso Hídrico en El Salvador, ejecutado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de esa nación, y con apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), el IMTA firmó un convenio de cooperación que tuvo como objetivo diseñar e implementar dos procesos de formación: uno dirigido a técnicos del ministerio y otras instituciones relacionadas con la gestión del recurso hídrico en este país y, otro,

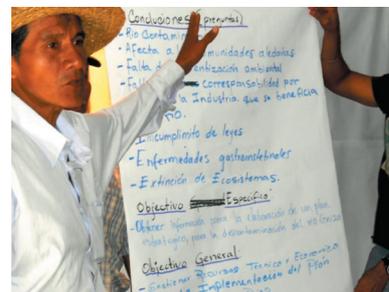
dirigido a integrantes de las mesas de actores clave de las zonas prioritarias.

Se efectuaron treinta eventos de capacitación basados en tres ejes temáticos: "Hidrología", "Calidad del agua" y "Gobernanza".

Nueve fueron los cursos dirigidos a técnicos del MARN e instituciones afines: *Gestión integrada de los recursos hídricos*, *Aguas subterráneas*, *Contaminación hídrica*, *Diseño de redes de monitoreo de calidad del agua*, *Manifestación de*

*impacto ambiental*, *Gestión de crecidas y sequías*, *Hidrología y balance hídrico*, *Aprovechamiento sostenible del agua para la agricultura de riego* y *Prevención de conflictos y cooperación*.

Siete fueron los talleres, cada uno impartido en tres sedes, dirigidos a actores clave de las zonas prioritarias: *Gestión integrada de los recursos hídricos*, *Técnicas e instrumentos para la participación social*, *Contaminación hídrica*, *Hidrología*, *Prevención de conflictos y cooperación*, *Aguas subterráneas* y *Género y agua*.



## PRINCIPALES RESULTADOS

Fortalecimiento de conocimientos a 159 técnicos del MARN e instituciones afines.

Fortalecimiento de conocimientos a 312 actores clave de las regiones central, occidental y oriental.



Marco Latinoamericano de Competencias Laborales del Sector Hídrico.

**DP1714.1**

En la actualidad, el IMTA preside el Comité de Gestión por Competencias del Sector Hídrico (CGCSH), foro en el que se promueve el Sistema Nacional de Competencias en el sector, instrumento del Gobierno Federal que contribuye a la competitividad económica, al desarrollo educativo y al progreso social del país, el cual está a cargo del Consejo Nacional de Normalización y Certificación (CONOCER).

Desde su creación en 2010, el CGCSH ha desarrollado 21 estándares de competencia y ha certificado a más de 3 000 trabajadores del sector. Por otra parte, en los países latinoamericanos existen diferentes formas de realizar una deter-

minada función para la prestación de servicios relacionados con el agua, así como sistemas de capacitación y certificación para mejorar las capacidades requeridas de su personal. En este sentido, es deseable generar una red de colaboración que permita identificar las mejores prácticas y estándares de competencia. Así, se requiere que los esfuerzos de diversos países latinoamericanos converjan en la creación de una red de colaboración al interior de un marco latinoamericano para contribuir a la seguridad hídrica de la región.

Durante el año, se diseñó un esquema general de cooperación entre los países

de América Latina en el tema de competencias laborales para el sector hídrico, y el IMTA propuso un acuerdo de cooperación bilateral para la implementación de un Marco Latinoamericano de Competencias Laborales del Sector Hídrico.

También, se integró y analizó la información de los sistemas de certificación de competencias laborales relacionados con el sector hídrico de los siguientes veinte países: Argentina, Colombia, México, Bolivia, Costa Rica, Chile, Panamá, Paraguay, Venezuela, Ecuador, Perú, República Dominicana, Nicaragua, Haití, Honduras, El Salvador, Uruguay, Cuba, Guatemala y Brasil.

**Bolivia: Sistema Plurinacional de Certificación de Competencias (SPCC).**



Bolivia: Sistema Plurinacional de Certificación de competencias (SPCC).



**PRINCIPALES RESULTADOS**

Incrementar e impulsar la profesionalización de los técnicos del sector agua en México, así como mejorar la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento y las capacidades de los técnicos responsables.

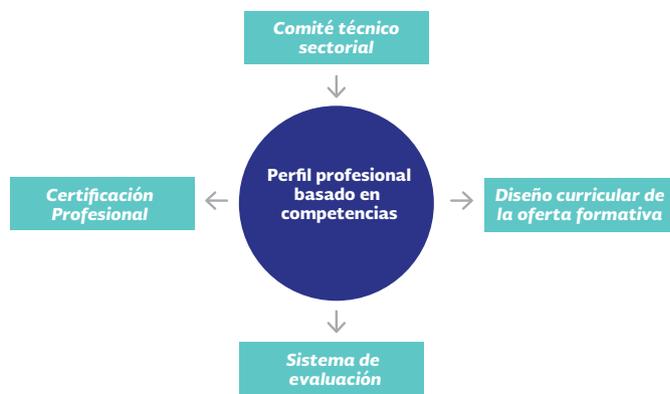
Ampliar las posibilidades de incorporación y permanencia en el mercado laboral y el buen desarrollo institucional de las organizaciones prestadoras de servicios de agua potable y saneamiento.

Compartir conocimientos, experiencias y estrategias hacia la mejora de las competencias laborales relacionadas con la seguridad hídrica y reorientar, en su caso, el modelo de competencia laboral nacional.



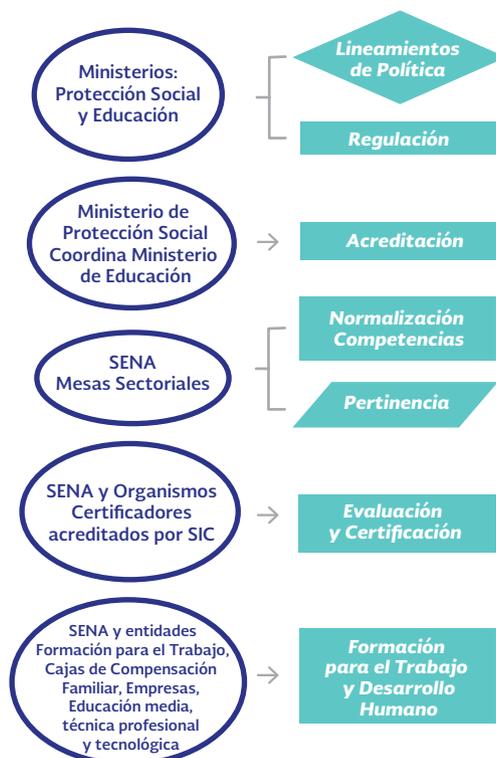
Modelo para un marco latinoamericano de competencias del sector hídrico.

Brasil: Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI)



Brasil: Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI).

Colombia: Sistema Nacional de Aprendizaje (SENA) Sistema Nacional de Formación para el Trabajo (SNFT)



Colombia: Sistema Nacional de Aprendizaje (SENA) Sistema Nacional de Formación para el Trabajo (SNFT).

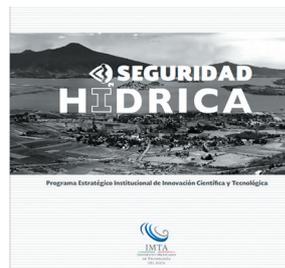
# 4 PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO

A partir de 2017, el IMTA orienta parte del quehacer institucional hacia el desarrollo de un Programa Estratégico Institucional de Innovación Científica y Tecnológica para la Seguridad Hídrica, donde se plantea el desarrollo de acciones encaminadas a fortalecer la seguridad hídrica del país, ante la amenaza del cambio global, el crecimiento demográfico y la globalización científica y tecnológica mundial.

Este programa de comunicación apoya la difusión externa y la coordinación de los proyectos del programa sobre seguridad hídrica mediante el uso planificado de medios y espacios de comunicación efectiva, favoreciendo así la construcción de una visión compartida de este último programa y la vinculación institucional para el logro de sus metas.

Durante el año se elaboraron el folleto *Programa Estratégico Institucional de Innovación Científica y Tecnológica para la Seguridad Hídrica* y una serie de contenidos infográficos para difusión en plataformas digitales; se produjo una exposición gráfica de gran formato para difundir el programa en cinco eventos relevantes del sector agua; se desarrolló un modelo de comunicación para el trabajo colaborativo en el Instituto, y se difundieron cinco innovaciones IMTA asociadas con la seguridad hídrica: **Dataforo** (estación hidrométrica itinerante auxiliar en operaciones), **Climtrac** (integrador digital de datos de estaciones climatológicas), **Dimtawi** (dispositivo magnético para el tratamiento del agua), **Biokuuxum** (formulación de microherbicida para el control del lirio acuático) y **Vermidual** (reactor biológico para el tratamiento de efluentes contaminados con base en la vermifiltración).

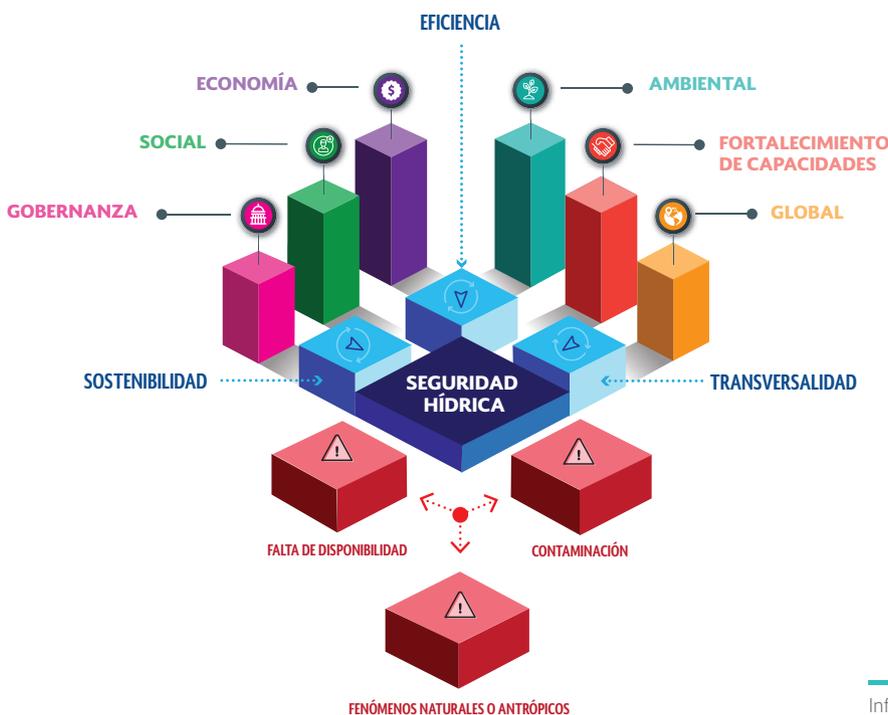
Programa de comunicación efectiva sobre seguridad hídrica.  
**CP1712.1**



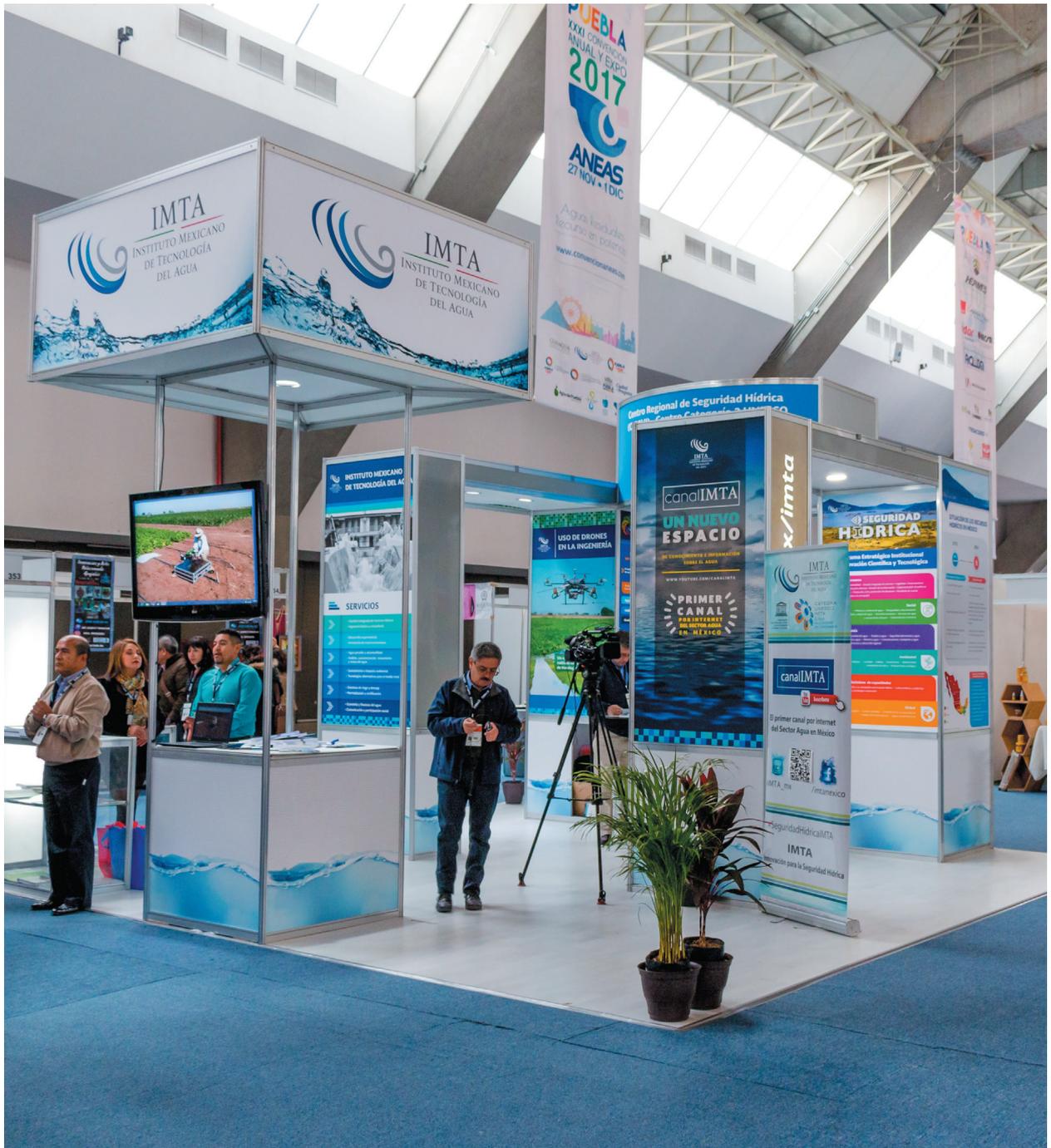
Portada de folleto.



Innovación IMTA.



Infografía.



**CANAL IMTA:**  
**El primer canal por internet del Sector Agua en México.**  
**CP 1713.1**

Tradicionalmente, el Instituto ha utilizado medios impresos y electrónicos, además de talleres participativos y diversos foros de difusión para hacer llegar el conocimiento a los diferentes sectores de usuarios del agua. El Canal IMTA en la plataforma *YouTube* ahora forma parte de esos medios de difusión con los que cuenta el Instituto.

El objetivo del Canal IMTA es ser un espacio de divulgación audiovisual dirigido a mostrar los aportes del Instituto en torno al conocimiento científico y tecnológico del agua y su incidencia en la solución de los problemas del sector hídrico. Su audiencia principal la constituyen personas que tienen entre 19 y 34 años de edad.

Hasta la fecha se han realizado ocho emisiones, seis transmisiones en vivo, tres cápsulas promocionales y cinco noticiarios. Además, al tratarse de un canal montado sobre la infraestructura de *YouTube* y estar en internet, ha permitido su difusión en diferentes países.

El éxito de todo sitio web, red social, canal de video o *streaming* se debe, entre otros factores, a su frecuencia de actualización, dinamismo y calidad de contenidos. De estas tres características se deriva el éxito logrado por el Canal IMTA desde su lanzamiento, en mayo de 2017. Evidencia de lo anterior es el tamaño de su audiencia que ha recurrido a este canal para consulta o seguimiento de eventos en tiempo real, gracias al uso y versatilidad de las tecnologías informáticas.

A continuación, se presentan los resultados generales de visualización y tiempo promedio de duración de consulta, del 2 de mayo al 31 de diciembre 2017:

- 88 265 reproducciones de 94 países.
- 142 videos.
- 4 413 horas de visualización de contenidos, con un promedio de duración de 02:59 minutos.

El medio de acceso al canal fue:

- 49 206 visualizaciones a través de computadoras de escritorio.

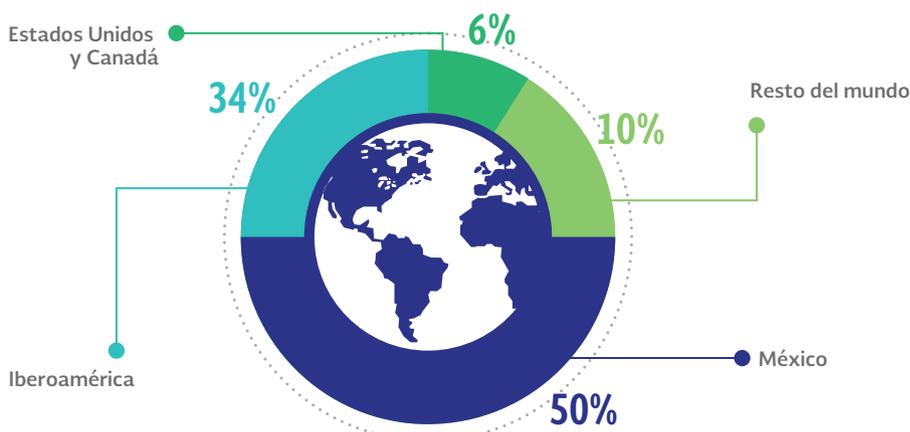
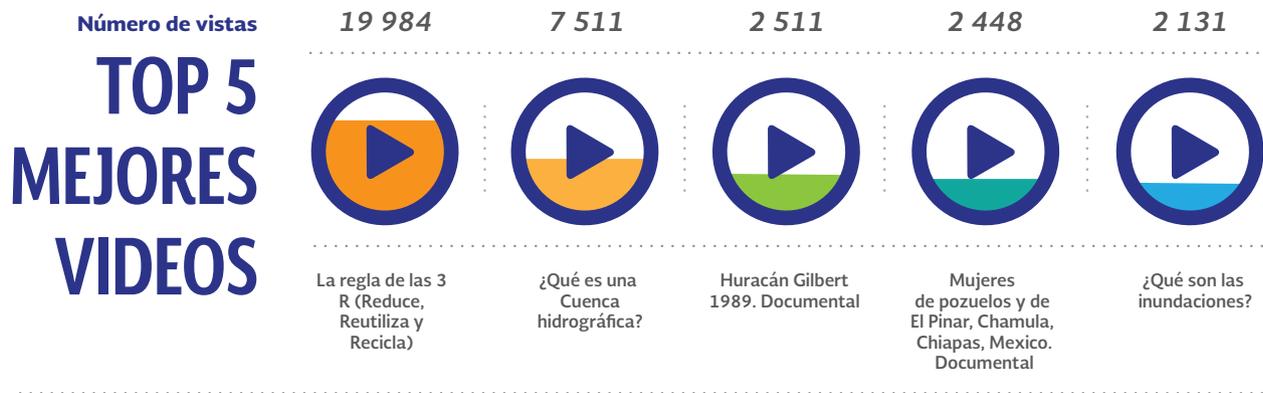
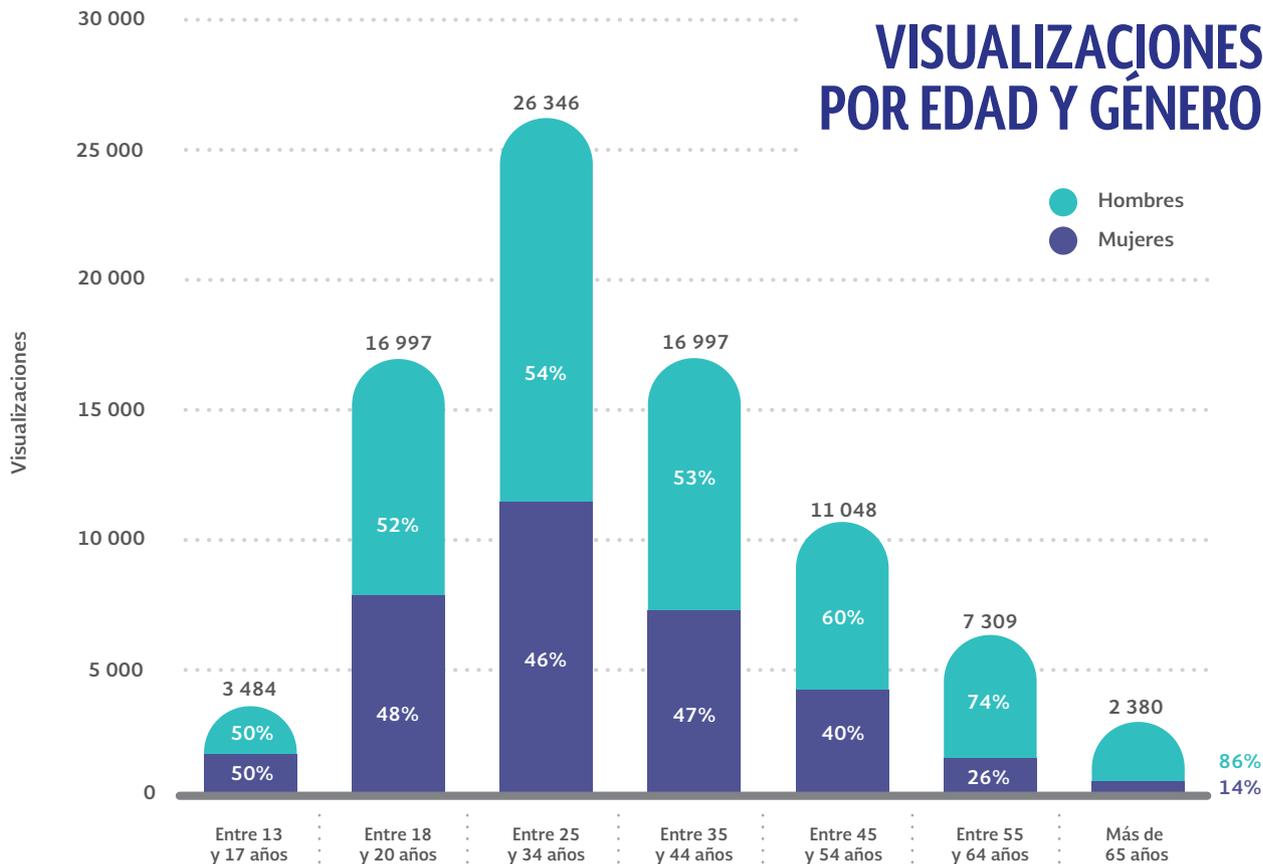
- 33 027 visualizaciones a través de teléfonos celulares.
- 2 288 visualizaciones por TV.
- 3 564 visualizaciones por *tablets*.
- 151 visualizaciones por videoconsola de videojuegos.

Para la clasificación de visualizaciones con subtítulos se conoce que 84 574 visualizaciones se consultan sin subtítulos (idioma español); 190 visualizaciones han utilizado el inglés; 131 el francés y 91 visualizaciones han recurrido al portugués. El Canal IMTA cuenta con 1 103 suscriptores, 1 096 “Me gusta” y 176 comentarios.



Visualización del canal IMTA en Youtube.

## VISUALIZACIONES POR EDAD Y GÉNERO





# 5 COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL

Proyectos y actividades internacionales.

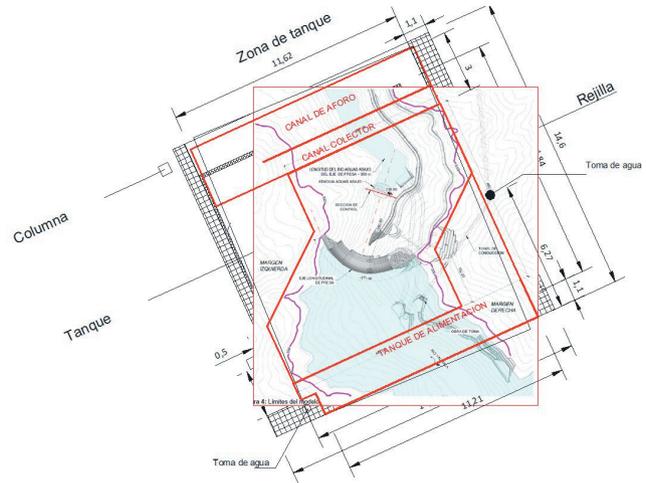
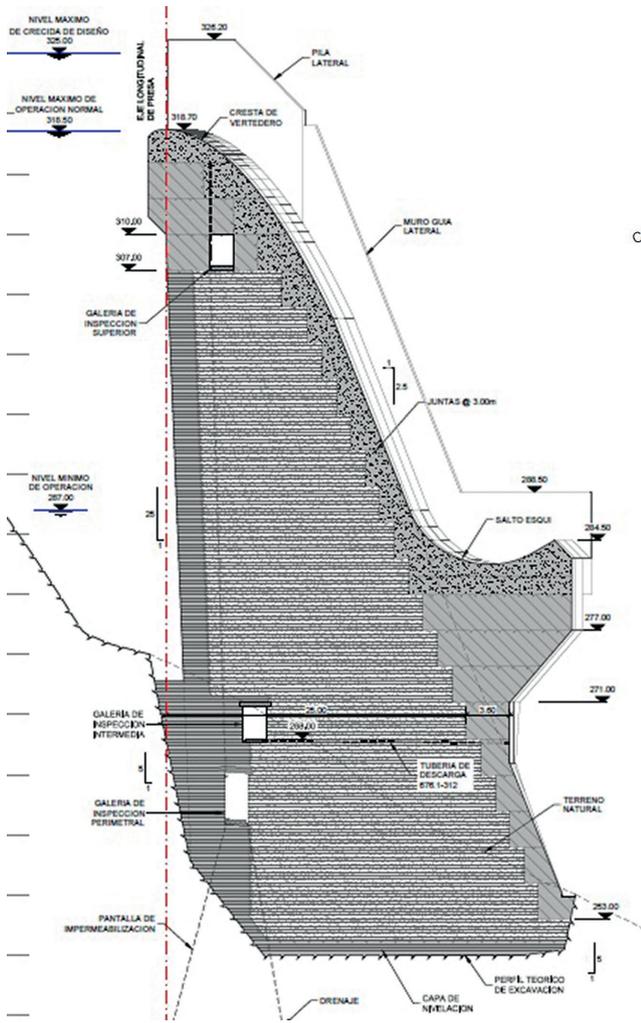
- 1.- Gestión Integrada del Agua para el Saneamiento de la Cuenca del Río Rocha en Bolivia. GIZ, AMEXID, CONAGUA, IMTA y Bolivia.
- 2.- Apoyo a la implementación del Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico en El Salvador con apoyo de la AECID de España.
- 3.- Saneamiento de las zonas marginadas del valle de La Sabana, Guerrero, con apoyo de la AECID de España.
- 4.- Programa participativo piloto para la recuperación hídrica de la mancomunidad Copanch'orti, Guatemala.
- 5.- Estudio en modelo físico del funcionamiento hidráulico de la obra de excedencia del proyecto hidroeléctrico Arenal etapa I-II, sobre el río Yaguala, Departamento de Yoro, Honduras.
- 6.- Asistencia Técnico-Científica para la Evaluación de la Disponibilidad Hídrica de Cuencas Hidrográficas en Panamá.
- 7.- Colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
- 8.- Indicadores para organismos operadores de agua y saneamiento, así como de *benchmarking* nacional y regional en las Américas con la Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas (ADERASA).
- 9.- Programa Hidrológico Internacional del la UNESCO.
- 10.- Congreso Internacional de Riego y Drenaje ICID 2017.
- 11.- Centro Categoría 2 del PHI-UNESCO sobre seguridad hídrica (CERSHI).



## ICID•CIID

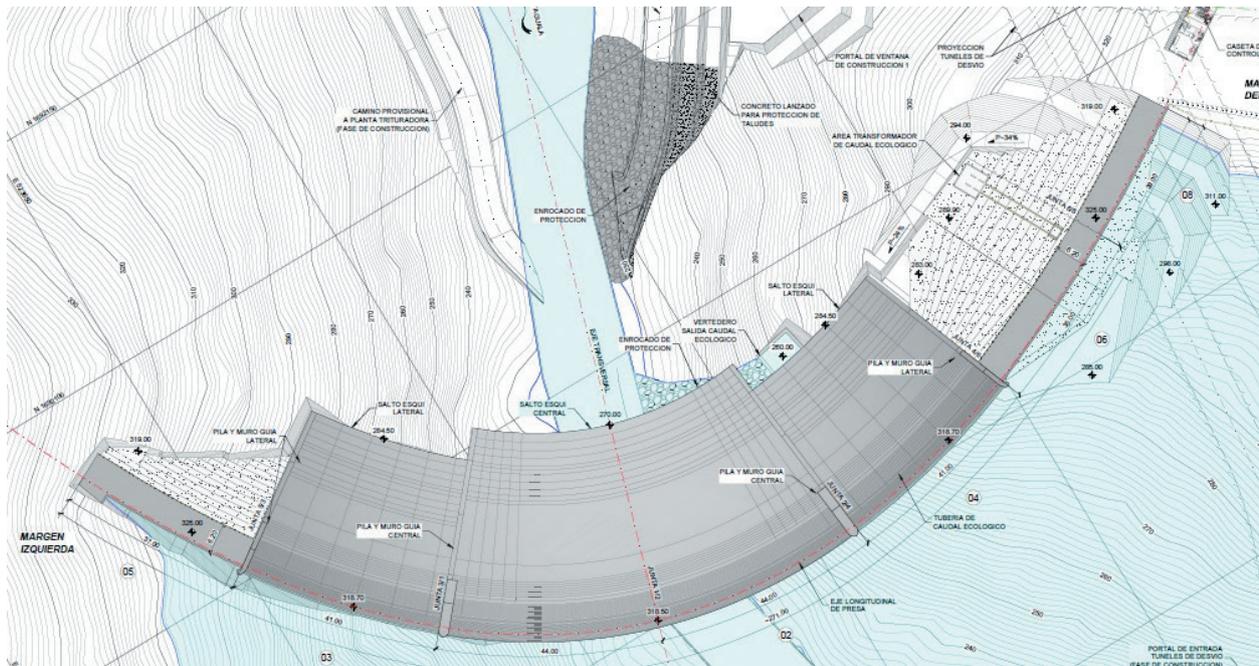
23<sup>rd</sup> ICID Congress  
and 68<sup>th</sup> IEC Meeting  
**IRRIGATION & DRAINAGE**

OCTOBER 8 - 14, 2017  
MEXICO CITY



Arreglo general del modelo a escala 1:50 en una zona de 15 m x 12 m del laboratorio de hidráulica Enzo Levi.

Sección transversal del vertedor en prototipo.



# 6 OTRAS ACTIVIDADES RELEVANTES

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del IMTA (POETI).  
**TC1701.1**

Un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) es un instrumento de política ambiental que tiene como propósito caracterizar y diagnosticar el estado del territorio y sus recursos naturales, establecer acciones para la protección del medioambiente, así como la preservación y aprovechamiento sustentable de dichos recursos.

En la aplicación de dicho programa al Instituto —en este caso concreto llamado “POETI”—, se definió ordenar el uso del suelo y conservar los recursos naturales mediante la certificación como Área Destinada Voluntariamente a la Conservación ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Entre otras acciones, se concluyó el instrumento rector de planeación y regulación que plantea objetivos; describe el área; plantea una subzonificación; establece los subprogramas de protección, manejo, restauración, conocimiento, cultura y gestión, así como actividades permitidas y no permitidas, y reglas administrativas a observar en el manejo y administración de un área destinada voluntariamente a la conservación (ADVC).

Además, se concluyó una solicitud a ser presentada ante la CONANP y se elaboraron los inventarios de suelos, vegetación y faunístico, y se subzonificó el predio del Instituto.



*Pleurotus djamor var. djamor.*



*Laniuslu dovcianus.*

## PRINCIPALES RESULTADOS

Se busca generar conciencia en la población IMTA sobre la importancia de conservar la vegetación y la fauna.

Mediante el proyecto, se conservarán las áreas forestadas del Instituto y las que presenten vegetación nativa, así como también la fauna propia del predio IMTA.



Inspección, diagnóstico y recomendaciones para la recuperación sanitaria de las Parotas en el IMTA.

Parota (*Enterolobium cyclocarpum*) es un árbol que forma parte de la vegetación del Instituto. Es nativo de las regiones tropicales y subtropicales de América y en México también es conocido como cuaunacatzli ('árbol' y 'nacatzli' 'oreja'), aguacastle, ahuacashle, cuanacatzli u orejón, por sus vainas semicirculares y lobuladas en forma de oreja. Su tronco llega a desarrollarse hasta 5 m de diámetro y, en lo que respecta a la altura, su porte alcanza los 25 m de altura con un follaje de 15 m de radio. Su madera es muy apreciada por su dureza, textura, color y durabilidad para la fabricación de muebles finos.

Por diversos factores y condiciones ambientales, la parota más antigua del IMTA, de más de 110 años, mostró severos deterioros físico y sanitario que preocuparon a la comunidad. Ha perdido el 70% de su follaje y está afectada por plagas y hongos. Ello motivó atender a estos árboles para conocer las causas mediante un diagnóstico integral y hacer recomendaciones sobre las medidas a implementar.

En la actualidad recibe tratamiento con aplicación de fungicidas e insecticidas orgánicos, además de la fertilización con productos orgánicos para hacer llegar a la planta los elementos nutritivos de forma rápida y efectiva que ayuden a su recuperación.



I Seminario de Seguridad Hídrica (Foro Internacional sobre Seguridad Hídrica).

**CP 1714.1**

En el mes de octubre, en las instalaciones del Instituto, se llevó a cabo el I Seminario sobre Seguridad Hídrica, celebrado en el marco de la cátedra UNESCO-IMTA: *el agua en la sociedad del conocimiento*.

El objetivo del seminario fue crear un espacio para reunir a especialistas y personas interesadas en el tema, con el propósito de discutir aspectos relacionados con la seguridad hídrica, en los contextos nacional e internacional, ante la amenaza de los tres riesgos principales: falta de disponibilidad de agua, su contaminación y la presencia de fenómenos climatológicos e hidrometeorológicos extremos.

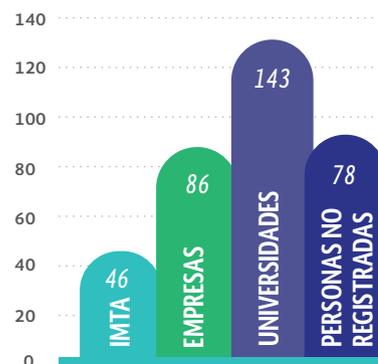
En el seminario colaboraron 24 ponentes nacionales e internacionales, expertos en diversos temas asociados con la Seguridad Hídrica, cuyos aportes fueron organizados en cinco paneles de expertos. De igual forma, en el seminario se presentaron dos conferencias magis-

trales: “La sequía en el contexto internacional”, impartida por el Dr. Rodney Martínez Güingla, Director Internacional del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño, y “Seguridad Hídrica en el contexto internacional”, dictada por el Dr. Humberto Peña, consultor de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

El evento se transmitió en vivo mediante la plataforma *Youtube* a través del Canal IMTA y tuvo un impacto de 1 514 visualizaciones de 15 países. Asimismo, contó con 223 horas de permanencia en la visualización de contenidos, con una media de 8.50 minutos invertidos en las reproducciones. El medio de acceso al Canal IMTA fue:

- 77%, computadoras de escritorio.
- 20%, dispositivos móviles.
- 2.60%, por *tablets*.
- 0.20%, por TV.
- 0.20%, por consola de video juegos.

**ASISTENTES AL SEMINARIO**



**PAÍSES QUE SINTONIZARON LA GRABACIÓN**



0.80% Otros

**PRINCIPALES RESULTADOS**

Al seminario asistieron 353 participantes, de los cuales 143 fueron estudiantes de diversas universidades del país.



•  
•  
• **Certificación del IMTA en la Norma Mexicana  
NMX-R-025-SCFI-2015 en igualdad laboral  
y no discriminación.**  
•  
•

El 28 de marzo de 2017, el Consejo Interinstitucional de la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación entregó un reconocimiento al IMTA, y a diversas empresas del sector privado e instituciones gubernamentales como centros de trabajo certificados en dicha norma durante el año 2016; los primeros en el país en tener dicha distinción.

La Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación entró en vigor el 18 de diciembre de 2015 y es resultado del esfuerzo de coordinación interinstitucional de la STPS, Inmujeres y CONAPRED para fusionar un solo instrumento en la materia. Esta norma establece los requisitos para que los centros de trabajo públicos, privados y sociales —de cualquier actividad y tamaño— integren, implementen y ejecuten dentro de sus procesos de gestión y de recursos humanos, prácticas para la igualdad laboral y no discriminación, que favorezcan el desarrollo integral de las y los trabajadores.

•  
•  
• **Diálogo sobre el Derecho Humano y al Saneamiento  
¿Qué ha pasado a cinco años de la reforma  
constitucional?.**  
•  
•

En febrero se celebró el evento: *Diálogo sobre el Derecho Humano al Agua y al Saneamiento: ¿Qué ha pasado a cinco años de la reforma constitucional?* En este evento, investigadores, estudiantes, funcionarios de gobierno y organizaciones de la sociedad civil se dieron cita en las instalaciones de El Colegio de México (COLMEX) para discutir la situación en que se encuentra actualmente la garantía y defensa del derecho humano al agua y al saneamiento.



---

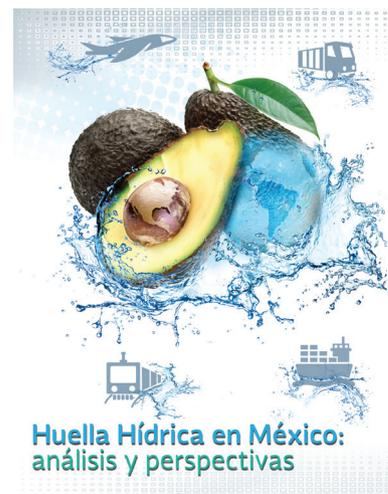
Inauguración del evento por el Dr. Luis Jaime Sobrino Figueroa y el Dr. Felipe I. Arreguín Cortés.

Presentación del libro “Huella Hídrica en México: análisis y perspectivas”, en el XXIV Congreso Nacional de hidráulica.

Es una publicación de divulgación sobre la huella hídrica, cuyo contenido incluye el panorama global de la huella hídrica, el análisis y perspectivas de la huella hídrica en México, y la inclusión de algunos estudios de caso en nuestro país.

El libro aborda los componentes generales de Huella Hídrica y sus implicaciones en el ámbito mundial, pero en especial su aplicación en regiones y productos específicos de nuestro país, a la vez que demuestra acciones alcanzables en la búsqueda de un mundo mejor.

Como antecedentes de la incursión del IMTA en el tema de huella hídrica, cabe señalar que desde 2015 es miembro de la red Water Footprint Network, y que en alianza con ellos y con la colaboración del Dr. Arjen Hoekstra, desarrollador del concepto de “huella hídrica”, de la Universidad de Twente, en noviembre de ese año se impartió en el Instituto el *Curso Avanzado de evaluación de Huella Hídrica, metodología y aplicación*.



I Simposio Retos y oportunidades de la Generación Hidroeléctrica en México.

El IMTA y el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) organizaron el 21 de septiembre el I Simposio Retos y oportunidades de la Generación Hidroeléctrica en México, espacio de discusión para analizar la problemática, aportar soluciones y examinar la prospectiva de desarrollo de este importante sector de la generación de energía en nuestro país. Para ello, se invitó a un grupo de expertos en la temática, tanto de instituciones encargadas de dirigir la planeación nacional para el desarrollo de las energías renovables como aquellos interesados en participar en el desarrollo del sector.



Presentación del libro  
*Huella hídrica*.

Encuentro Latinoamericano de Gestión Comunitaria del Agua.

En noviembre de 2017 en Oaxtepec, Morelos, se llevó a cabo este encuentro que significó ser una plataforma regional con objetivos comunes que pueden mostrar al mundo la experiencia generada en materia de abastecimiento de agua y saneamiento.

# 7 PREMIOS Y DISTINCIONES

En el marco del XIII Congreso Puertorriqueño, organizado por la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (AIDIS), celebrado en San Juan, Puerto Rico, se llevó a cabo la entrega de reconocimientos que la AIDIS otorga a las mujeres profesionales distinguidas por su trayectoria en el ámbito de la ingeniería sanitaria y ciencias ambientales. Como digna representante de nuestro país, AIDIS hizo entrega del reconocimiento a la **Dra. Petia Mijaylova Nacheva**, de la Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua, por su destacada participación académica en la formación de ingenieros ambientales, su liderazgo y contribución mediante el desarrollo de tecnologías de saneamiento de agua residual y su destacada trayectoria profesional.

En el contexto del marco del Programa de Cooperación Internacional organizado por el gobierno de Japón, el **Dr. Edson Baltazar Estrada Arriaga** recibió una constancia por haber completado con éxito el Programa de Co-creación de Conocimiento (Grupo y Región de Enfoque) sobre técnicas de tratamiento de aguas residuales.

En la ciudad de Villahermosa, Tabasco, la Asociación Mexicana de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental A. C. (AMICA) llevó a cabo el III Congreso Nacional AMICA, el XII Congreso Regional para Norteamérica y el Caribe, el I Simposio Interamericano de AIDIS Joven y el I Encuentro Internacional de Jóvenes Investigadores en Evaluación y Tecnología Ambiental *Norteamérica y Caribe en el camino hacia el desarrollo sostenible*, donde otorgó un reconocimiento al **Dr. Edson Baltazar Estrada Arriaga** por el mejor trabajo: "Producción de energía en un reactor Bio-electroquímico generador de hidrógeno".

La Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología del estado de Morelos organizó la Convocatoria 2017 del Sistema Estatal de Investigadores, que tiene como objetivo reconocer y estimular el desempeño de la comunidad científica de la entidad. Por el IMTA fueron incorporados la **Dra. Sofía Esperanza Garrido Hoyos**, la **Mtra. Adriana Emilia Cruz Trillo**, el **Dr. Edmundo Pedroza González**, el **Mtro. Gilberto Salgado Maldonado**, el **Ing. Fidel Rafael Gómez Mendoza** y el **Dr. Martín Piña Soberanis**, este último como investigador Nivel C.

El Sistema Nacional de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología otorgó la distinción de candidato a Investigador Nacional al **Dr. Manuel Martínez Morales** y al **Dr. Felipe Zataráin Mendoza**. El catedrático **Dr. Ulises Dehesa Carrasco** y el tecnólogo del agua **Dr. Jorge Flores Velázquez** recibieron la distinción de Investigador Nacional Nivel 1. Por su parte, la **Dra. Alejandra Martín Domínguez** obtuvo su renovación de Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores.

Asimismo, la Universidad Autónoma de Chapingo le concedió al **Dr. David Ortega Gaucín** un reconocimiento por ser egresado y haber sido distinguido como miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

El **Dr. José Raúl Flores Berrones** es miembro de la Red de Expertos Fulbright-García Robles.

El **Dr. Carlos Fuentes Ruíz** recibió, por parte del Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación A. C., el Premio Nacional de Riego y Drenaje 2017 Dr. Arturo Fregoso Urbina por mérito académico y su contribución al desarrollo de la investigación en física de suelos en México.

La Entidad Mexicana de Acreditación A. C. nombró al **M. en C. Mario Óscar Buenfil Rodríguez** como representante del Sector Académico, Investigador y/o Colegio de Profesionistas Suplente en el Comité de Evaluación de Sustentabilidad Ambiental, y le entregó un reconocimiento por su valiosa participación en el Comité de Evaluación de Sustentabilidad Ambiental durante 2017.

La **Mtra. Martha Patricia Navarro Suástegui** obtuvo la Medalla Antonio Caso, por la maestría en Bibliotecología y Estudios de la Información, Universidad Nacional Autónoma de México.

El **Dr. Pedro Antonio Guido Aldana** recibió un reconocimiento como editor invitado de la edición especial del *Journal of Coastal Research*, publicado en 2017. El reconocimiento fue por sus participaciones en el Comité Técnico como árbitro para seleccionar los mejores trabajos. En nombre del Profesor Walter Loo, el presidente general de III Conferencia Internacional sobre Recursos Hídricos y Medio Ambiente otorgó el nombramiento al **Dr. Guido Aldana**, como miembro del Comité de Programa Técnico de dicha conferencia internacional.



ANEXOS

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

Institución	Objeto del convenio
Universidad Autónoma de Chapingo (UACH)	Mutua colaboración relacionada con la ciencia y tecnología en materia de agua y medio ambiente.
Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ)	La organización y desarrollo de proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico.
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	Establecer las bases generales de colaboración entre el ITESM y el IMTA para el desarrollo de actividades conjuntas.
Universidad de Colima (Ucol)	Establecer bases generales para la colaboración entre la UCOL y el IMTA.
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)	Establecer las bases generales de colaboración entre la UJAT y el IMTA para el desarrollo de actividades conjuntas.
Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)	Establecer las bases generales de colaboración entre la UAQ y el IMTA para el desarrollo de actividades conjuntas.
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	Establecer las bases generales y mecanismos para que el personal docente e investigador pueda participar en la impartición de cursos, conferencias, seminarios y diplomados.
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (Upaep)	Establecer las bases generales de colaboración entre la UPAEP y el IMTA para el desarrollo de actividades conjuntas.
Universidad Autónoma de Campeche (UAC)	Establecer las bases generales de colaboración entre el IMTA y la UAC.
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Fortalecer y apoyar el Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería de la UNAM.
Universidad de Cuenca Ecuador	Intercambio de experiencias y personal en los campos de la docencia, la investigación y la cultura en general.
Universidad Tecnológica de Pereira Colombia (UTP)	Establecer el marco jurídico para que ambas partes lleven a cabo actividades de cooperación en materia de recursos hídricos.
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)	La organización y desarrollo de proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico.
Universidad de TALCA , República de Chile	Establecer el marco jurídico para que las partes lleven a cabo actividades de cooperación en las áreas de formación de recursos humanos educación y cultura del agua.
The Bureau of Economic Geology, Jackson School of Geosciences, The University of Texas at Austin USA	<i>Desire and intend to develop co-operation and collaboration in research, training, teaching and other agreed activities.</i>
Instituto Nacional del Agua de Argentina (INA)	Establecer el marco jurídico para que las partes lleven a cabo actividades de cooperación en las áreas de formación de recursos humanos.
Centro de Investigaciones Industriales de Quebec (CRIQ)	Sumar recursos y experiencias en las áreas de tratamiento de aguas residuales, del aire viciado, de la biofiltración, de la digestión anaerobia y de los bioreactores con membrana MBR.
Instituto de Investigaciones Electricas (IIE)	Cooperar en aspectos técnicos dentro de los campos de investigación y el desarrollo tecnológico.

## 2 ADMINISTRACIÓN

ENTIDAD: RJE Instituto Mexicano de Tecnología del Agua		SECTOR : 16 Medio Ambiente y Recursos Naturales	
Ingresos	Autorizado	Egresos	Autorizado
<b>TOTAL DE RECURSOS</b>	<b>739,817,198</b>	<b>TOTAL DE RECURSOS</b>	<b>739,817,198</b>
<b>DISPONIBILIDAD INICIAL</b>	<b>295,210,847</b>	<b>GASTO CORRIENTE</b>	<b>434,693,313</b>
<b>CORRIENTES Y DE CAPITAL</b>	<b>196,154,834</b>	SERVICIOS PERSONALES	212,101,598
	127,303	DE OPERACIÓN	211,809,178
VENTA DE BIENES	127,303	PENSIONES Y JUBILACIONES	
INTERNAS		SUBSIDIOS	
EXTERNAS	178,637,630	OTRAS EROGACIONES	10,782,537
VENTA DE SERVICIOS	178,637,630	<b>INVERSIÓN FÍSICA</b>	<b>9,145,365</b>
INTERNAS	-	BIENES MUEBLES E INMUEBLES	5,280,767
EXTERNAS	17,389,901	OBRA PÚBLICA	0
INGRESOS DIVERSOS	17,389,901	SUBSIDIOS	0
PRODUCTOS FINANCIEROS	-	OTRAS EROGACIONES	3,864,598
OTROS	-	<b>INVERSIÓN FINANCIERA</b>	
VENTA DE INVERSIONES		<b>COSTO FINANCIERO</b>	
RECUPERACIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS		INTERESES, COMISIONES Y GASTOS DE LA DEUDA	0
RECUPERACIÓN DE ACTIVOS	-	INTERNOS	
FINANCIEROS		EXTERNOS	
<b>INGRESOS POR OPERACIONES AJENAS</b>		<b>EGRESOS POR OPERACIONES AJENAS</b>	0
POR CUENTA DE TERCEROS		POR CUENTA DE TERCEROS	
EROGACIONES RECUPERABLES		EROGACIONES RECUPERABLES	
<b>SUBSIDIOS Y TRANSFERENCIAS DEL</b>		<b>SUMA DE EGRESOS DEL AÑO</b>	<b>443,838,678</b>
<b>GOBIERNO FEDERAL</b>	<b>248,451,517</b>	<b>ENTEROS A TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN</b>	0
SUBSIDIOS	-	ORDINARIOS	
CORRIENTES		EXTRAORDINARIOS	
DE CAPITAL	-	<b>DISPONIBILIDAD FINAL</b>	<b>295,978,520</b>
TRANSFERENCIAS	248,451,517		
CORRIENTES	248,451,517		
SERVICIOS PERSONALES	188,118,007		
OTROS	60,333,510		
INVERSIÓN FÍSICA			
INTERESES, COMISIONES Y GASTO DE			
LA DEUDA			
INVERSIÓN FINANCIERA			
AMORTIZACIÓN DE PASIVOS			
<b>SUMA DE INGRESOS DEL AÑO</b>	<b>444,606,351</b>		
<b>ENDEUDAMIENTO O (DESENDEUDAMIENTO)</b>	-		
<b>NETO</b>			

## 3 PROYECTOS 2017 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.

<b>Programa para la Recuperación Ambiental del Lago de Pátzcuaro</b>	
<b>Clave</b>	<b>Nombre del proyecto</b>
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.
<b>Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán</b>	
<b>Clave</b>	<b>Nombre del proyecto</b>
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).
<b>Reordenamiento de la cuenca del río Sonora</b>	
<b>Clave</b>	<b>Nombre del proyecto</b>
TC1633.3	Programa de biomonitoreo 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>Cambio climático</b>	
<b>Clave</b>	<b>Nombre del proyecto</b>
CE1101.9	Proyecto de adaptación de humedales costeros del Golfo de México, ante los impactos del cambio climático.
TH1516.4	Análisis de metodologías para la obtención de nuevos escenarios de cambio climático a menor escala, que incluyan métodos estadísticos y métodos dinámicos para México.
TH1626.6	Impactos socioambientales del cambio climático registrados en las cuencas del río Conchos y río Usumacinta, de acuerdo con criterios del IPCC 2014.
DP1711.1	Catálogo de medidas de adaptación y mitigación por Región Hidrológico-Administrativa para enfrentar el cambio climático en México.
TH1709.1	Implementación del Programa Estratégico de Cambio Climático del IMTA.
RD1701.1	Caracterización agroclimática de la agricultura protegida para la seguridad alimentaria y su adaptación ante el cambio climático.
<b>Programa Nacional de Sistema Bebedero</b>	
<b>Clave</b>	<b>Nombre del proyecto</b>
TC1722.3	Apoyo técnico para revisión, análisis y aprobación de sistemas de filtración y potabilización para el Programa Nacional de Bebederos Escolares Ciclo Escolar 2016-2017.

## 4 CATÁLOGO DE PROYECTOS DESARROLLADOS (DICIEMBRE 2017)

<b>OBJETIVO 1: Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.</b>	
<b>Clave</b>	<b>Nombre del proyecto</b>
DP1431.5	Modelación numérica de la circulación de la Bahía de Todos Santos, B.C., México.
DP1623.6	Generación de un inventario nacional de corrientes marinas, mareas y procesos asociados (dinámica sedimentaria) y su variabilidad bajo distintas condiciones ambientales.
DP1626.5	Consolidación del repositorio institucional del IMTA.
DP1627.6	Optimización de los procesos de tratamiento de residuos provenientes de la remoción de arsénico en agua para consumo humano.
DP1712.1	Estimación y dispersión de contaminantes en el río Yaqui (Sonora, México); evaluación y riesgos ambientales.
HC1708.1	Estudio del nivel del mar, erosión y subsidencia en la planicie costera del sur del Golfo de México.
HC1709.1	Estudio de los flujos de gases de efecto invernadero (GEI) en el embalse de Valle Bravo.
HC1712.1	IMTA Verde.
HC1713.1	Desarrollo de tecnología para el diseño contra socavación en pilas y estribos de puente mediante rugosidad artificial y diseño hidrodinámico.
HC1715.1	Desarrollo de instrumentación para monitoreo de seguridad estructural de obras hidráulicas.
HC1719.4	Estudio en modelo físico del funcionamiento hidráulico de la obra de excedencia del proyecto hidroeléctrico arenal Etapa I-II.
RD1701.1	Caracterización agroclimática de la agricultura protegida para la seguridad alimentaria y su adaptación ante el cambio climático.
RD1707.1	Producción agrícola en distritos de riego bajo condiciones de ensaltramiento y escasez de agua de riego, propiciadas por el calentamiento global.
RD1715.1	Uso de sensores remotos para la gestión sustentable de recursos hídricos y seguridad hídrica en zonas agrícolas.
RD1717.1	Uso de redes inteligentes para el monitoreo de extracciones en sistemas de bombeo agrícola.
RD1718.6	Desalinización de agua subterránea salobre mediante energía solar para aplicaciones de riego agrícola en zonas rurales.
RD1727.3	Implantación, seguimiento y evaluación del proyecto de riego por gravedad tecnificado en el módulo IV margen derecha del río San Pedro del distrito de riego 043 Estado de Nayarit.
RD1728.3	Implantación, seguimiento y evaluación del proyecto de riego por gravedad tecnificado en el módulo II margen izquierda del río Santiago del distrito de riego 043 Estado de Nayarit.
RD1732.6	Plataforma WEB informativa sobre usos del agua en la agricultura nacional.
TC1414.6	Investigar y modelar la cantidad y calidad del agua en la región fronteriza, México-Estados Unidos de América con el enfoque al control de las descargas de aguas residuales. Etapa IV.
TC1420.5	Impacto de las Actividades Humanas en la Calidad del Agua del Río Hondo, Quintana Roo.
TC1443.4	<i>Investigation of the impact of Arundo donax in México and evaluation of Candidate Biological Control Agents.</i>
TC1514.6	Caracterización de un sistema híbrido conformado por un stack de celdas de combustible microbianas-paneles fotovoltaicos para la producción de electricidad a través del tratamiento de aguas residuales y radiación solar (Tercera etapa).
TC1702.1	Estrategias analíticas y de monitoreo, para la determinación de contaminantes emergentes y no regulados de importancia sanitaria y ambiental en agua. Primera etapa.
TC1703.1	Recuperación de agua y protección del medio ambiente mediante el tratamiento de descargas producidas por los sistemas de potabilización. Parte I: Diagnóstico.
TC1704.1	Tecnologías para tratamiento biológico avanzado de aguas residuales y para generación de energía a partir del contenido de las aguas residuales para el mejoramiento de la salud ambiental y humana.
TC1705.1	Análisis de la integridad hidroecológica de una cuenca con presión hídrica.

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

Clave	Nombre del proyecto
TC1707.6	Evaluación de la calidad y cantidad de agua del río Cuautla, Morelos, sus afluentes y descargas de aguas residuales.
TC1720.4	<i>Assessment of water pollution indicators and reinforcement of water quality monitoring mechanisms in the Gulf of Mexico.</i>
TC1721.6	Estrategia para estimar y calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la cuenca del Río Apatlaco, que coadyuve en la educación ambiental de la población en el Estado de Morelos.
TH1516.4	Análisis de Metodologías para la obtención de nuevos escenarios de cambio climático a menor escala, que incluyan métodos estadísticos y métodos dinámicos para México.
TH1519.6	Dinámica de benzo(a) pireno en medios porosos y su repercusión en la contaminación del agua.
TH1626.6	Impactos socioambientales del cambio climático registrados en la cuenca del río Conchos y del río Usumacinta de acuerdo a criterios del IPCC 2014 (etapa 2 y 3).
TH1632.6	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.
TH1638.5	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.
TH1706.4	Análisis de la reproducción de procesos atmosféricos que afectan el clima mexicano mediante simulaciones regionales del clima.
TH1711.1	Instalación y puesta en operación de una red nacional de monitoreo de la composición isotópica estable de la precipitación pluvial para el estudio del funcionamiento de acuíferos y el comportamiento del agua en el ciclo hidrológico (segunda parte).
TH1717.1	<i>Smart IMTA.</i>

### OBJETIVO 2: Formar capital humano especializado para la profesionalización y productividad en el sector hídrico.

Clave	Nombre del proyecto
CP1714.1	Foro Internacional sobre Seguridad Hídrica.
CP1715.1	Elaboración de material educativo enfocado a la Seguridad Hídrica.
DP0520.5	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 2017.
DP1433.5	Maestría y Doctorado en Ciencias del Agua, área de concentración Hidrología y Meteorología operativa, en la modalidad de educación a distancia.
DP1437.2	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 2017.
DP1707.1	Operación del Centro de Capacitación y Auditorio del IMTA.
DP1713.1	Programas de posgrado el IMTA.
DP1714.1	Marco Latinoamericano de Competencias Laborales del Sector Hídrico.
DP1717.1	Cursos a distancia en temas de seguridad hídrica.
DP1718.1	Competencias laborales para la mejora en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento.
DP1723.3	Servicio de elaboración de perfil, selección de personal, capacitación y certificación bajo el estándar de competencia laboral denominado "Atención al ciudadano en el sector público".
DP1724.3	Capacitación en cursos especializados relacionados con la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, dirigidos a servidores públicos involucrados en el manejo del recurso hídrico.
DP1725.3	Cursos técnicos hídricos 2017, para la formación de los servidores públicos de la Comisión Nacional del Agua a nivel nacional y nivel regional hidrológico administrativo.
DP1730.3	Servicios integrales para el fortalecimiento de capacidades técnicas y de gestión de los organismos operadores.
RD1726.4	Capacitación en la Tecnología ICAM-Riego en los módulos uno y dos del Distrito de Riego 023, San Juan del Río, Querétaro, A.C.
TH1708.2	Organización del 6to Simposio Internacional sobre Manejo de Sedimentos (I2SM 2018).
TH1713.1	Reunión de Expertos en Gestión Integrada de Sequías.

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

Clave	Nombre del proyecto
CP1710.1	Desarrollo del programa estratégico institucional para la seguridad hídrica.
CP1711.1	Estrategia de atención para la introducción de agua potable en comunidades rurales dispersas.
CP1717.3	Fortalecimiento institucional y desarrollo de capacidades para la gestión sustentable y equitativa del agua y el saneamiento.
CP1721.3	Consultoría para la Elaboración del Plan de Sostenibilidad de los Servicios que ofrece la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (Capama), con Enfoque de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) y Derecho Humano al Agua y Saneamiento (DHAS) y su Contribución al Plan de Gestión de la Cuenca del Río de la Sabana-Laguna de Tres Palos.
CP1725.3	Desarrollo de un repositorio de información como soporte a la mejora de prácticas en empresas de agua y saneamiento.
CP1726.3	Eventos para el personal de los Espacios de Cultura del Agua de las Comisiones Estatales de agua en México.
CP1736.3	Estudio de la factibilidad ambiental, desarrollo sustentable, urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias participativas y de mediación social para la construcción de sistemas de humedales artificiales (SHA) para el saneamiento del aporte del Río Amanalco a la Presa Valle de Bravo.
DP1710.1	Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento en México.
DP1711.1	Catálogo de medidas de adaptación y mitigación por Región Hidrológico-Administrativa para enfrentar el cambio climático en México.
DP1715.1	Impacto de las tarifas de agua potable en el desarrollo económico de las regiones.
DP1716.1	Valoración económica del agua para su uso eficiente en la agricultura e industria.
DP1719.3	Elaboración de proyectos de instrumentos necesarios para la debida implementación del proyecto de la NMX Medición de Volúmenes de Aguas Nacionales Usados, Explotados o Aprovechados.
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).
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.
HC1707.1	Evaluación de las tomas directas en Ríos, Casos de Estudio Mezcalapa-Samaria-Carrizal, Villahermosa, Tabasco.
HC1710.1	Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores de Agua (PIGOO).
HC1711.1	Índices de Seguridad Hídrica (ISH).
HC1716.3	Alineación de procedimientos de facturación de consumos (medidos y estimados) para la reducción de pérdidas aparentes en SEAPAL Vallarta.
HC1718.1	Transferencia de recursos para la realización del diagnóstico de la calidad de los servicios de APAYS para su regulación, en el marco del proyecto DP-1710.1 "Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento en México".
HC1724.3	Actualización de la Planeación Estatal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Plan Estatal Hídrico, 2018-2023).
HC1729.3	Plan Estatal Hídrico 2040 de Chihuahua.
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.
RD1616.3	Restauración de la microcuenca y barranca del Carmen en el municipio de Atlixco, Puebla.
RD1618.3	Planeación productiva de la sierra gorda del Estado de Querétaro.
RD1702.1	Cooperación y agua transfronteriza en el río Bravo, México, una visión retrospectiva.
RD1704.1	Análisis de alternativas para el desarrollo de proyectos de zonas de riego y drenaje en climas tropicales.
RD1705.1	Aprovechamiento del Agua y Empleo de Energía Renovable en la Producción Agropecuaria y en el Manejo Integral de Cuencas.
TC1624.3	Estudio de la factibilidad ambiental, desarrollo sustentable, urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias de penetración y mediación social que establezcan las bases para la adquisición de predios destinados a la construcción de los sistemas de humedales artificiales (SHA) para el saneamiento del aporte del río Amanalco a la presa Valle de Bravo, Estado de México.
TC1701.1	Programa de Ordenamiento Territorial del IMTA (POETI).
TH1627.3	Proyecto integral de drenaje pluvial de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas.
TH1628.3	Proyecto integral de drenaje pluvial de la ciudad de Reynosa, Tamaulipas.
TH1645.3	Estudio técnico justificativo para establecer una reserva de agua en la cuenca hidrológica del río Verde.
TH1709.1	Implementación del Programa Estratégico de Cambio Climático del IMTA.

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

Clave	Nombre del proyecto
TH1710.1	Soporte técnico y científico para la formulación del Programa Nacional Hídrico (Primer etapa).
TH1712.1	Estrategia nacional de seguridad hídrica para el manejo de aguas transfronterizas México-EUA.
TH1715.1	Formulación de programa estratégico para la conformación de un CEMIE-HIDRO.
TH1720.6	Modelo de simulación dinámica de La Laguna para la evaluación de escenarios socioeconómicos y climáticos.

### OBJETIVO 4: Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua.

Clave	Nombre del proyecto
CP1719.3	Consultoría para el fomento de la nueva cultura del agua en el proyecto de saneamiento de las zonas marginadas del valle de la sabana en el Estado de Guerrero (Segunda Etapa).
CP1724.3	Actividades de cierre y presentación de resultados relacionados con el Proyecto de saneamiento de las zonas marginadas del Valle de la Sabana del Estado de Guerrero.
CP1727.4	Apoyo de la empresa ROTOPLAS, S.A. DE C.V. para los municipios de Morelos afectados por el sismo del 19 de septiembre de 2017.
DP1722.3	Fortalecer la capacidad institucional para la atención y registro de los usuarios de aguas nacionales. Objetivo II.
DP1740.3	Fortalecimiento de la capacidad institucional para la atención y registro de solicitudes de los usuarios de aguas nacionales. Objetivo I.
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.
HC1618.3	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).
HC1626.3	Supervisión de las acciones del proyecto ejecutivo del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPAS) de Silao Guanajuato.
HC1632.3	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).
HC1633.3	Supervisión de acciones del proyecto ejecutivo de la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro.
HC1717.7	Servicios menores para realizar monitoreo de calidad del agua del lago de Pátzcuaro y Mantenimiento de estaciones climatológicas instaladas en el lago de Pátzcuaro.
HC1720.3	Evaluación del funcionamiento hidráulico de las estructuras de descarga y análisis del comportamiento térmico de la cortina del proyecto bicentenario, ubicado en el sitio los pilares, sobre el Río Mayo, Sonora.
HC1722.3	Estudio de factibilidad e ingeniería básica La Platosa.
HC1723.3	Mantenimiento correctivo y caracterización de molinetes.
HC1725.3	Aforos de desembocaduras y bocas de cuerpos de agua costeros, en el área entre Coatzacoalcos, Veracruz y Laguna de Términos, Campeche.
HC1726.3	Mantenimiento preventivo de 50 y correctivo de 22 estaciones de medición instaladas en presas de riego de la CONAGUA, así como caracterización y mantenimiento de 50 molinetes mecánicos y 10 perfiladores acústicos propiedad de los Distritos de Riego de la CONAGUA.
HC1727.3	Estudio para restituir y mejorar la capacidad de conducción, mediante un manejo adecuado del aire y optimización del funcionamiento hidráulico, en las líneas 1 y 2 del Sistema Cutzamala.
HC1728.3	Evaluación del funcionamiento hidráulico de las estructuras de descarga y análisis del comportamiento térmico de la cortina del proyecto bicentenario, ubicado en el sitio los pilares, sobre el Río Mayo, Sonora.
HC1790.3	Ingresos propios por servicio de evaluación de medidores.
HC1791.3	Ingresos propios de caracterización de molinetes de particulares y evaluación de equipos.
RD1622.3	Seguimiento y evaluación en 2,000 hectáreas incorporadas al proyecto de riego por gravedad tecnificado en el distrito de riego 043 Estado de Nayarit.
RD1624.3	Desarrollar los 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, Estado de Sinaloa.
RD1625.3	Desarrollar los 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, Estado de Sinaloa.
RD1626.3	Desarrollar los 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.
RD1706.1	Identificación de zonas con drenaje agrícola y valoración general de su impacto en la producción.

#### OBJETIVO 4: Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua.

Clave	Nombre del proyecto
RD1713.3	Actualización del proyecto ejecutivo de sobreelevación del canal principal Humaya y presa derivadora Andrew Weiss en el estado de Sinaloa (Cuarta Etapa).
RD1714.4	Rehabilitación de equipos y estructuras con tecnología de bajo costo para la medición del flujo de agua en canales y parcelas de los módulos de riego.
RD1720.3	Seguimiento y evaluación del proyecto de riego por gravedad tecnificado en el distrito de riego 043 Estado de Nayarit.
RD1723.3	Acciones para mejorar la condición y gestión ambiental de la cuenca del río Querétaro en el área de influencia de la TMMGT (Manejo del agua en la agricultura y los impactos del uso de aguas residuales).
RD1724.3	Servicios para la recuperación de volúmenes de acuíferos mediante la clausura de pozos.
RD1729.3	Coordinar los trabajos de seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado, en una superficie de 11,000 hectáreas, en los distritos de riego 010 Culiacán-Humaya, 074 Mocorito, 108 Elota Piaxtla y 109 San Lorenzo, estado de Sinaloa.
RD1730.3	Actualización del proyecto ejecutivo de sobreelevación del canal principal Humaya y presa derivadora Andrew Weiss, en el Estado de Sinaloa (Quinta Etapa).
RD1734.3	Estudio para la planeación productiva en los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan.
TC1521.3	Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Coahuila de Zaragoza.
TC1525.4	Control de malezas acuáticas y recuperación de las especies emblemáticas.
TC1607.3	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.
TC1608.3	Estudio de la tratabilidad de las aguas residuales fenólicas generadas en la planta de la industria OXITENO MÉXICO S.A de C.V. en Coatzacoalcos (Veracruz) y desarrollo del sistema de tratamiento.
TC1622.3	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 y hospital psiquiátrico, distrito federal.
TC1629.3	Proyecto de potabilización para la remoción de manganeso de los pozos de la cabecera municipal de Jaral del Progreso, Guanajuato.
TC1632.3	Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Coahuila, etapa 2016.
TC1633.3	Programa de bio-monitoreo de riesgo ecológico, análisis ecológico de la comunidad de macro invertebrados y evaluación de alteración por metales en el mentón de quironómidos en el sistema acuático de los ríos Bacanuchi y Sonora.
TC1706.3	Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Durango. Etapa 2016.
TC1708.3	Asistencia técnica en: 1) Reingeniería preliminar para la ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) las arenitas de Mexicali, B.C.; 2) La elaboración del diseño conceptual de la rehabilitación y/o adecuación de las unidades del proceso biológico en la PTAR Tecate y; 3) Taller en evaluación y optimización de prácticas operativas en los procesos y operaciones unitarias de una PTAR.
TC1714.3	Acciones para mejorar la condición del río Querétaro en el área de influencia de la TMMGT.
TC1722.3	Apoyo técnico para revisión, análisis y aprobación de sistemas de filtración y potabilización para el Programa Nacional de Bebederos Escolares Ciclo Escolar 2016-2017.
TC1723.3	Evaluación Técnico-Económica de un sistema para remoción de arsénico en agua para consumo humano.
TC1724.3	Estudio de factibilidad e ingeniería básica La Platosa.
TC1725.3	Proyecto ejecutivo para la rehabilitación de la planta desalinizadora del PTI Litibú, Nayarit.
TC1727.3	Establecimiento de un programa de control integral de lirio acuático en la laguna de Zapotlán, Jalisco.
TC1728.3	Realización de un Programa Marco para Fomentar Acciones para Restablecer el Balance del Ciclo del Agua en Destinos Turísticos Prioritarios.
TH1718.3	Acciones para mejorar la condición ambiental de la Cuenca del Río Querétaro.
TH1719.3	Determinación de las necesidades de suministro de energía eléctrica limpia de la CONAGUA y de la infraestructura requerida para su generación.

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

Clave	Nombre del proyecto
CP1626.3	Consultoría para el fomento de la nueva cultura del agua en el proyecto de saneamiento de las zonas marginadas del Valle de la Sabana en el Estado de Guerrero.
CP1632.7	Difusión de acciones del IMTA auspiciadas por la Fundación Gonzalo Río Arronte en el Lago de Pátzcuaro.
CP1634.7	Control de malezas acuáticas y recuperación de las especies emblemáticas.

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

Clave	Nombre del proyecto
CP1708.2	Edición de la revista de divulgación Agua Simple.
CP1709.2	Edición de la revista Tecnología y Ciencias del Agua.
CP1712.1	Programa de comunicación efectiva sobre Seguridad Hídrica.
CP1713.1	Canal IMTA.
CP1716.1	Centro interactivo de Tecnología del Agua del IMTA.
CP1718.1	Apoyo al proyecto de producción agrícola en distritos de riego bajo condiciones de ensaltramiento y escasez de agua de riego, propiciados por el calentamiento global.
CP1720.6	Mejora de la legibilidad digital del contenido. Mayor accesibilidad y visibilidad de la revista Tecnología y Ciencias del Agua.
CP1722.3	Elaboración de los dummies de las Estadísticas del Agua en México 2017, su versión en inglés Statistics on Water in México 2017, Atlas del Agua en México 2017 y Numeragua 2017.
DP1706.2	Administración del Centro de Conocimiento del Agua.
HC1420.4	Espacios de educación ambiental y cultura del agua.
HC1533.4	Sistema de información para incentivar el cobro-pago del agua. Fase II (2015-2018).
HC1714.1	Elaboración de libro de tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado.
RD1617.3	Integración del Sistema de Información Geográfica de superficies y usuarios del Aprovechamiento Atlimeyaya en la microcuenca del Río Cantarranas y monitoreo de aforos, Atlixco, Puebla.
RD1719.3	Apoyo en la conformación y seguimiento del comité científico y difusión del congreso internacional de riego y drenaje.
RD1721.3	Adquisición de libros en materia de riego y drenaje para capacitar y actualizar al personal hidroagrícola.
RD1722.3	Servicios en estadística para la integración del informe estadístico, agrícola e hidrométrico 2016-2017, e impresión de informes estadísticos 2014-2015 y 2015-2016 y actualización de capacidades técnicas en los distritos de riego.

### OBJETIVO 6: Consolidar la cooperación técnica internacional del IMTA en materia de agua.

Clave	Nombre del proyecto
CE1101.9	Proyecto de Adaptación de Humedales Costeros del Golfo de México Ante los Impactos del Cambio Climático.
CP1737.4	Desarrollo, ejecución y fortalecimiento de capacidades técnicas para el manejo de los recursos hídricos en El Salvador.
HC1706.1	Centro Categoría 2 del PHI-UNESCO sobre seguridad hídrica.
RD1703.1	Redes temáticas en materia de seguridad hídrica.
TC1451.4	Servicios de consultoría al programa de protección ambiental municipal, México (II).
TC1526.4	Mejora en el manejo de plantas acuáticas exóticas invasoras.
TH1714.1	Comité Nacional Mexicano del PHI.

## 5 PROYECTOS CONACYT

PROYECTOS CONACYT	
Clave del proyecto	Nombre del proyecto
TH1519.6	Dinámica de benzo(a)pireno en medios porosos y su repercusión en la contaminación del agua.
TH1626.6	Impactos socioambientales del cambio climático registrados en las cuencas del río Conchos y río Usumacinta, de acuerdo a criterios del IPCC 2014.
TH1632.6	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.
TH1720.6	Modelo de simulación dinámica de La Laguna para la evaluación de escenarios socioeconómicos y climáticos.
RD1718.6	Aplicación de la desalinización solar de agua salobre por nanofiltración para riego agrícola.
RD1732.6	Plataforma web informativa sobre usos del agua en la agricultura nacional.
TC1514.6	Caracterización de un sistema híbrido conformado por un <i>stack</i> de celdas de combustible microbianas-paneles fotovoltaicos para la producción de electricidad a través del tratamiento de aguas residuales y radiación solar (segunda etapa).
TC1721.6	Estrategia para estimar y calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la cuenca del río Apatlaco, que coadyuve en la educación ambiental de la población del estado de Morelos.
TC1414.6	Investigar y modelar la cantidad y calidad del agua en la región fronteriza, México-Estados Unidos de América, con el enfoque al control de las descargas de aguas residuales (etapa II).
TC1707.6	Evaluación de la calidad y cantidad de agua del río Cuautla, Morelos, sus afluentes y descargas de aguas residuales.
CP1720.6	Mejora de la legibilidad digital del contenido. Mayor accesibilidad y visibilidad de la revista <i>Tecnología y Ciencias del Agua</i> .
DP1623.6	Generación de un inventario nacional de corrientes marinas, mareas y procesos asociados (dinámica sedimentaria) y su variabilidad bajo distintas condiciones ambientales.
DP1627.6	Optimización de los procesos de tratamiento de residuos provenientes de la remoción de arsénico en agua para consumo humano.
DP0520.6	Maestría y doctorado en Gestión Integral del Agua en Cuencas y Acuíferos, del Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua.
DP1431.5	Modelación numérica de la circulación de la Bahía de Todos Santos, B. C., México.
DP1626.5	Consolidación del repositorio institucional del IMTA.
TC1420.5	Impacto de las actividades humanas en la calidad del agua del río Hondo, Quintana Roo.



## **AGRADECIMIENTO**

---

A las instituciones nacionales e internacionales que durante 2017 depositaron su confianza en el IMTA para la realización de trabajos de alta calidad en materia de agua, y también es menester reconocer la labor de administrativos, tecnólogos, directivos y personal en general del Instituto por hacerlos posibles. ***A todos, muchas gracias.***

