



# El Acueducto

Gaceta del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
5ª época, número 2, abril-junio, 2020.



- Mejora del servicio de agua potable a los hogares
- Recuperación ambiental de la península de Yucatán
- Uno a uno con Petronilo Cortez



**MEDIO  
AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



**IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



## Mensaje del Director General

Estimada comunidad IMTA:

Al cierre de edición de este segundo número de la 5ª época de *El Acueducto* nos encontramos ante una situación que ha sometido a prueba la capacidad de organización y compañerismo de todas las familias, sociedades, instituciones y gobiernos del planeta en virtud de los efectos por la pandemia de COVID-19.

Convencido de que el capital humano es el principal activo de nuestro Instituto, proteger la salud de todos los que lo conformamos y la de nuestras familias es en estos momentos nuestra principal prioridad. Como parte del Gobierno Federal, tenemos el deber de cuidar la salud sin descuidar nuestra misión como la inteligencia hídrica de México. Es el momento de expandir nuestro quehacer, de generar evidencia científica para mejorar las decisiones en torno al agua y de divulgar el conocimiento, los datos y nuestros resultados a toda la sociedad mexicana. Esto allanará el camino hacia la construcción de decisiones y acuerdos que beneficien a toda la sociedad.

Estoy cierto de que saldremos pronto y más fortalecidos de esta crisis. Mientras tanto los llamo a seguir las instrucciones del Gobierno y a que desde casa pongamos como comunidad lo que corresponde para mantener la operatividad y el funcionamiento del IMTA. Detrás de nuestro trabajo está el futuro brillante de México, posible a través del agua y de las decisiones con base en evidencia científica.

En esta ocasión presentamos temas relacionados con la Coordinación de Hidráulica y, como novedad, agregamos una sección denominada "Perspectivas"; una columna invitada que estrenamos con la contribución del Ing. Ángel Carrizales, titular de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), que es el órgano regulador del sector hidrocarburos dentro del sector ambiental.

Los invito pues a leer este número y a compartirlo con sus familiares y amigos.

*Dr. Adrián Pedrozo Acuña*  
Director General

# CONTENIDO



## 2

› Sectorización de las redes de agua potable	2
› Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán	4
› Notas	5
› Laboratorio de Hidráulica Enzo Levi	7



## 10



## 13

› Uno a uno con Petronilo Edilburgo Cortez Mejía	13
› Perspectivas	14
› Eventos	15
› Posgrado	16
› Jóvenes construyendo el futuro	17
› Actividades	19
› Efemérides	19
› Reconocimientos	21



## 22

› Tips de estilo	22
› CruciAgua	23
› Voces del agua	24
› Cuentos y leyendas del agua	26
› Una mirada al pasado	28



## 3ª de forros

› Libros	3ª F
› Películas	3ª F

# DIRECTORIO

**Director General:** Adrián Pedrozo Acuña. **Coordinadora de Tratamiento y Calidad del Agua:** Norma Ramírez Salinas. **Coordinador de Hidrología:** José Agustín Breña Naranjo. **Coordinador de Hidráulica:** Laurent Guillaume Courty. **Coordinador de Desarrollo Profesional e Institucional:** Alberto Rojas Rueda. **Encargado de la Coordinación de Riego y Drenaje:** José Antonio Quevedo Tiznado. **Encargado de la Coordinación de Comunicación, Participación e Información:** Marco Antonio Sánchez Izquierdo. **Coordinador de Administración:** José de Jesús Aguirre Bautista. **Coordinadora de asesores:** Malinali Domínguez Mares. **Jefe de la Unidad Jurídica:** Carlos Eduardo Solórzano López. **Titular del Órgano Interno de Control:** Omar González Balbuena.

*El Acueducto.* Gaceta del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 5a época, número 2, abril-junio, 2020. Publicación trimestral, de distribución interna, editada por la Coordinación de Comunicación, Participación e Información; Subcoordinación de Vinculación, Comercialización y Servicios Editoriales.

**Coordinador editorial:** Marco Antonio Sánchez Izquierdo. **Editor responsable:** Emilio García Díaz. **Apoyo secretarial:** Verónica Jacobo Blancas. **Investigación y redacción:** Jesús Hernández Sánchez, Mónica Paulina Gutiérrez Jiménez, Emilio García Díaz. **Cuidado de edición:** Emilio García Díaz, Jesús Hernández Sánchez. **Fotografía:** Mónica Paulina Gutiérrez Jiménez, Ricardo Espinoza Reza, Margoth Ismerai Torres Lara, Iris Yareth Rivera Villalba, Filiberto Fuentes López. **Coordinación gráfica:** Marianella Espinosa Lara. **Diseño gráfico y formación:** Adolfo Remigio Armillas, César Plácido Malvaez Doroteo, Cinthya Berenice Uribe Osorio, Gloria Mary Carmen Ríos Beltrán, Mitzi Alejandra Estrada Román, Paola Olmedo Lara, Valeria Richter Soriano. **Diseño de logotipo:** Valeria Richter Soriano y Paola Olmedo Lara. **Versión digital:** Claudia Martínez Salgado. **Distribución:** Luz del Carmen Zavala Vázquez y Carolina Montes de Oca Salgado. **Oficina de redacción:** Edificio 16 "Casa Editorial". Extensiones 309, 254 y 616. Aportes y sugerencias: redaccionacueducto@tlatloc.imta.mx.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec,  
Morelos, MÉXICO  
C.P. 62550. Teléfono: 777 329 3600.

Impresa en los talleres de Impresión y Diseño,  
abril de 2020.  
Reproducida digitalmente en la red interna del  
IMTA (IMTAnet): <http://imtanet.imta.mx>

**Nuestra portada:** Personal de la Coordinación de Hidráulica.  
**Foto:** Ricardo Espinosa Reza.

## Editorial



El manejo sostenible del agua y la preservación del medio ambiente en zonas urbanas, periurbanas y rurales son funciones torales que el IMTA realiza a través de la Coordinación de Hidráulica y sus cuatro subcoordinaciones. En efecto, la Coordinación de Hidráulica interviene en varios puntos del ciclo del agua en los asentamientos humanos, como son la captación, la distribución y la recolección del líquido.

A lo largo de su historia, la Coordinación de Hidráulica, en colaboración con otras áreas del IMTA, ha generado diversas e importantes aportaciones, entre otras: trabajos con las comunidades ribereñas para la recuperación del lago de Pátzcuaro, generación de un sistema de indicadores de gestión de organismos operadores de aguas y saneamiento, investigación del balance de gases de efecto invernadero en los cuerpos de agua superficiales, y el estudio de la seguridad hidráulica de la presa El Zapotillo. Adicionalmente, para permitir el acceso al agua potable y el saneamiento a las poblaciones que no están conectadas a los servicios convencionales, la Coordinación ha desarrollado y transferido diversas ecotecnias, por ejemplo: sistemas de captación de agua de lluvia, cajas de desinfección solar, lavaderos ecológicos, baños secos y humedales artificiales.

Además de seguir trabajando en los temas tradicionales del área (se presentan algunos ejemplos en este número), estamos desarrollando nuevas líneas: la creación de un laboratorio dedicado a las tecnologías de digitalización del agua, el reforzamiento de nuestro laboratorio de pruebas de medidores, y el impulso de soluciones basadas en la naturaleza para enfrentar los retos de la gestión hídrica.

Estoy convencido de que la gran experiencia de nuestros equipos, en combinación con estas nuevas orientaciones, permitirá al IMTA dar el mejor apoyo al desarrollo de México.

*Dr. Laurent Courty*  
*Coordinador de Hidráulica*

## Sectorización de las redes de agua potable y mejora del servicio de agua a los hogares



Por Rodrigo Santos Téllez.

Los sistemas de distribución de agua potable en México operan mayormente de manera intermitente, lo que explica que, en general, la población reciba el recurso por tandas. Ello se debe a que la configuración de las redes se ve afectada por las nuevas conexiones, los cambios en la operación y el incremento de la demanda, que no siempre se refleja en una mayor disponibilidad.

El servicio tandeado en las redes de agua potable, así como las grietas o rupturas, ocasionan una disminución en la calidad del agua, ya que mientras la red se encuentra presurizada, pierde cierto porcentaje de su gasto, pero cuando se suspende el servicio y las tuberías se despresurizan, por esas mismas grietas o rupturas ingresa agua del subsuelo, la cual puede contener agentes contaminantes.

Por otra parte, el tandeo propicia la construcción de almacenamientos domésticos (como tinacos y cisternas), que por lo general no reciben el mantenimiento adecuado e incrementan el tiempo de residencia del agua en la red. En resumen: la calidad del agua que se consume en las viviendas no es la deseable.

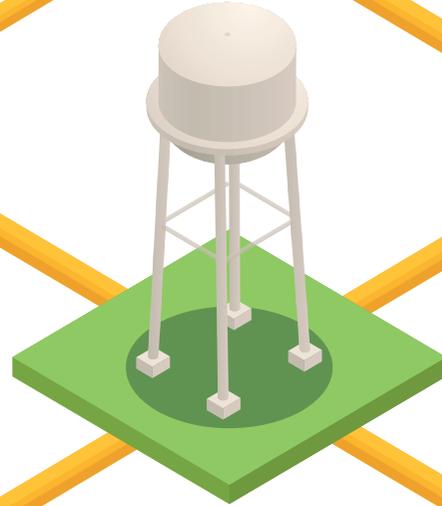


Por esta razón es necesario que los organismos operadores adopten prácticas e implementen acciones que les permitan administrar la red de forma continua y controlada, de tal manera que los usuarios reciban un servicio de calidad tanto en los aspectos hidráulicos (volumen y presión) como en el de pureza de acuerdo con los parámetros de la [NOM-127-SSA1-1994](#).



## PARTICIPANTES

José Manuel Rodríguez Varela  
Juan Fco. Gómez Martínez  
Juan Maldonado Silvestre  
Óscar Llaguno Guilberto  
Velitchko Tzatchkov



Una de esas prácticas es la sectorización de las redes de agua potable que se constituye en un elemento del proceso de mejora de las eficiencias física y comercial, cuyo objetivo principal es generar zonas de suministro independientes dentro de la propia red de distribución. De esta manera, cada sector podrá funcionar por separado de los demás y, con ello, mejorar la redistribución y el control del caudal suministrado, así como sus presiones, en beneficio de la red de distribución en su conjunto.

De esta manera se optimizará el funcionamiento de la red con la consecuente disminución de pérdidas físicas, la homologación de la calidad del servicio que reciben los usuarios y, con ello, se reducirá el volumen que se suministra a la red, así como los costos por bombeo. Además se contará con la capacidad de conducir el volumen de agua excedente a otras zonas de la red.

La sectorización debe ir acompañada de un programa de reducción de pérdidas físicas por medio de la gestión de presiones, que consiste en instalar equipos de medición de presión y gasto, registro, transmisión de parámetros hidráulicos, así como una plataforma de monitoreo de los datos medidos.

Con ello se controlará la presión a la entrada del sector con un intervalo aceptable que permita disminuir la cantidad de agua que se pierde por grietas o fracturas.

Actualmente, a solicitud de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) y de la Junta Central de Agua y Saneamiento (JCAS) de Chihuahua, el IMTA realiza un proyecto de sectorización de la red de distribución de la zona norte de la ciudad, en el que habitan poco más de diez mil usuarios. El proyecto busca recuperar caudales y lograr un suministro continuo en ocho distritos hidrométricos, así como mejorar el servicio de agua al eliminar el tandeo.

# Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán



## PARTICIPANTES

Sandra Vázquez Villanueva  
Erick Oliver Cervantes Gutiérrez  
Irleth Sarai Segura Estrada  
Gema Alín Martínez Ocampo



Irleth Segura

La península de Yucatán, conformada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, presenta una problemática ambiental desde 2011 debido a un aumento acelerado de la población, lo que ha provocado el surgimiento de problemas en el acuífero, la modificación de los ecosistemas terrestres y costeros, el incremento de zonas de riesgo y la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos, entre otros.

Es por esto que se desarrolló un plan rector en materia de agua a partir de la iniciativa de la sociedad civil organizada en conjunto con entidades federales, estatales y municipales, además de asociaciones civiles con apoyo de la fundación Río Arronte, para llevar a cabo un trabajo interdisciplinario.

En la primera etapa (2013-2017) se da inicio a las acciones emanadas del Plan Rector: a través de la Coordinación Técnica se dio seguimiento físico, técnico y administrativo a los diversos proyectos y programas para poder condensar las acciones comprometidas y difundir los avances y resultados del programa, generando así los instrumentos que permitan hacer una evaluación sobre el impacto del mismo en el entorno.

Derivado de este proceso, a través de un convenio de colaboración con la Fundación Gonzalo Río Arronte, el

IMTA participó en la realización del este plan estratégico que consistió en un diagnóstico socioambiental, así como en acciones que tendrían que implementarse para recuperar y para frenar el deterioro ambiental de la península, considerando el agua como un elemento primordial.

En total fueron nueve los problemas prioritarios que se identificaron mediante un proceso de consenso, sustentado y respaldado por el intercambio y análisis de información, y la realización de entrevistas y reuniones de trabajo:

- Reducción de la cantidad y calidad del agua en la región (sobreexplotación de fuentes, incremento de la presión hídrica, contaminación puntual y difusa, lixiviados de residuos sólidos, etc.)
- Deterioro de recursos naturales (suelo, costa, playas, humedales, cenotes, bosque y selva)
- Crecimiento urbano desordenado
- Rezagos sociales y económicos (sistemas de agua potable y saneamiento no sustentables, baja productividad en sectores productivos, falta y pérdida de empleos, etc.)
- Pobreza extrema e insalubridad (falta de fuentes y oportunidades de empleo, marginación social, efectos de la contaminación por residuos sólidos y aguas residuales, analfabetismo, etc.)

- Legislación insuficiente, reducida conciencia y participación social y baja cultura ambiental
- Fenómenos extremos
- Cambio climático
- Insuficiencias en el monitoreo e información socioambiental

Se implementaron tecnologías apropiadas en algunas localidades, donde el IMTA, en conjunto con la Fundación, dio acompañamiento durante todo el proceso, desde el diagnóstico hasta la instalación y la apropiación de las mismas, lo que dio la posibilidad de localizar puntos de mejora de acuerdo con la experiencia adquirida en campo.

Se contactaron directamente a tres organizaciones civiles, una por cada estado, que previamente habían trabajado con las comunidades que recibirían la tecnología: en Yucatán, fundación Bepensa de Coca Cola; en Quintana Roo, Amigos de Sian Ka'an, y en Campeche, Fondo para la Paz.

Estas organizaciones fueron capacitadas para realizar la transferencia de tecnología a las comunidades, lo que facilitó el proceso de acercamiento con las personas.

Todo lo anterior fue realizado con base en información sólida para la toma de decisiones y la canalización de inversiones y acciones a favor del desarrollo sustentable de la región.

## El IMTA y la infraestructura VERDE en la gestión hídrica

Con la participación de tecnólogos de las diferentes áreas del IMTA se llevó a cabo, del 26 al 27 de noviembre de 2019, en el Auditorio José Antonio Maza Álvarez, el foro “El IMTA y la infraestructura verde en la gestión hídrica”, organizado por la Coordinación de Hidráulica.

El proyecto surgió de la necesidad de abordar el tema desde las investigaciones realizadas en el IMTA para identificar los proyectos que se enmarcan en el concepto de infraestructura verde, los principales retos y el trabajo futuro. Además, el foro estableció un antecedente para la próxima celebración del coloquio internacional “Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión hídrica”, evento en el que participarán expertos en



### PARTICIPANTES

Laurent Guillaume Courty  
José Manuel Rodríguez Varela  
Raúl Medina Mendoza  
Xóchitl Peñaloza Rueda  
Gema Alín Martínez Ocampo

Por Juan Carlos Centeno Álvarez

Foro “El IMTA y la infraestructura verde en la gestión hídrica”, organizado por la Coordinación de Hidráulica.

el tema de diferentes nacionalidades para intercambiar experiencias.

Ponentes de las áreas de Hidráulica, Hidrología, Tratamiento y Calidad del Agua, Riego y Drenaje y Comunicación, Participación e Información, así como una estudiante de la maestría en Hidráulica del posgrado de la UNAM, campus Morelos, participaron en un diálogo interdisciplinario en el que se trataron temas como la definición absoluta y acotada de infraestructura verde y nuevas estrategias de implementación.

En la audiencia se contó con un total de 130 asistentes, en su mayoría tecnólogos del agua y estudiantes.



## Modernización del área COMERCIAL de los organismos operadores de agua

En 2013, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. (Banobras) celebró con el IMTA un convenio marco para la elaboración del Programa de Modernización de las Áreas Comerciales de Organismos Operadores de agua Potable (PMOOA), que tiene como objetivo principal fortalecer los ingresos de los sistemas de agua potable mediante el incremento de la recaudación por consumo de agua de los usuarios al implementar acciones identificadas y evaluadas a través de un proyecto ejecutivo. El IMTA llevó a cabo la supervisión de acciones y la emisión del dictamen técnico de cumplimiento, con el cual Banobras reembolsó a los organismos el cuarenta por ciento de lo invertido en la ejecución de su proyecto o hasta diez millones de pesos.

A 2018 participaron en el PMOOA 49 organismos operadores, de los cuales 31 (el 63 %) concluyeron al 100 %



Por José Manuel Rodríguez Varela

Convenio (PMOOA)



### PARTICIPANTES

Ana Laura Morales Musito  
Arizabeth Sainos Candelario  
Juan Fco. Gómez Martínez  
Edgar Antúnez Leyva  
Oscar Jesús Llaguno  
Petronilo Edilburgo Cortez Mejía

las acciones de sus proyectos ejecutivos y obtuvieron su reembolso. En agosto de 2019, Banobras realizó modificaciones a los lineamientos específicos con la finalidad de que todos los organismos que se adhieran a él concluyan sus proyectos. En octubre del mismo año se firmó un nuevo convenio marco de colaboración interinstitucional para que el IMTA continúe prestando dichos servicios.

Actualmente se lleva a cabo la supervisión de acciones del Proyecto Ejecutivo de los Servicios de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta, Jalisco, en el que se implementan acciones tales como medición, mobiliario y equipamiento, actualización y modernización de sistemas, manual de procedimientos, ampliación y remodelación y señalamientos en el área.


**PARTICIPANTES**

Cecilia Millán Barrera  
Cecilia Castañeda Hernández  
Fidel Rafael Gómez Mendoza  
Miguel A. Martínez Rodríguez  
Omar Fonseca Moreno  
Wendoly Flores Alarcón



Por **Gilberto Salgado  
Maldonado**

*Estudios de investigación y servicios contratados para  
revisar y verificar la resistencia de los sistemas de tapetes*

*Notas*

# Uso de tapetes hidráulicos para CONTROL DE LA erosión en causes y canales

La erosión es un proceso que afecta y modifica, tarde o temprano, no solamente las condiciones físicas de un espacio determinado, sino también el comportamiento y la funcionalidad tanto de la orografía como de la infraestructura que lo ocupan.

En el Laboratorio de Hidráulica Enzo Levi del IMTA se han realizado diversos estudios de investigación y servicios contratados para revisar y verificar la resistencia de los sistemas de tapetes articulados con elementos de concreto frente a un flujo determinado y su incidencia en los procesos de erosión general y local en cauces naturales y canales formados con tierra. Posteriormente, tomando en cuenta los resultados obtenidos, se han formulado las recomendaciones y parámetros para el diseño de las secciones hidráulicas de los canales y cauces que serán protegidos.

Como parte de estos estudios, en el IMTA se trabajó con un sistema integrado por un grupo de unidades compuestas por un geotextil (tela permeable y flexible de fibras sintéticas) colocado sobre el suelo que se requiere proteger, asegurándolo con un tapete de elementos de concreto sobrepuesto. Las unidades del sistema se articularon mediante un cable para facilitar su colocación y brindarle estabilidad, condición imprescindible para una función eficiente de acuerdo con las características del flujo al que estará sujeto.

Esta tecnología, entre otras aplicaciones, se utiliza para lo siguiente:

- Detener la erosión al recubrir el terreno vulnerable constituido por cualquier tipo de material.
- Proteger el terreno en taludes y riberas de canales y ríos, bordos de protección, cortinas de presas, bocatomas, piletas de almacenamiento de aguas pluviales, vertederos y diques.

- Estabilizar terrenos saturados y cubrir vados para permitir el tráfico vehicular.
- Lastrar tuberías metálicas instaladas en pantanos, lagos, mares y ríos.

Los escenarios que requieren ser protegidos contra la erosión mediante estos sistemas son aquellos formados con depósitos de sedimentos que, generalmente, se localizan en zonas de planicie, las cuales, además, presentan condiciones de flujo lento o subcrítico, principalmente.

Como conclusión general, se esperaría que, manteniendo constante la profundidad del flujo, su fuerza de arrastre y, consecuentemente, su fricción, se incrementen en forma proporcional a su velocidad. Sin embargo, el comportamiento será variable dependiendo de la viscosidad del agua y la rugosidad física de los tapetes.

En la prueba de arrastre límite, durante la cual se incrementó el gasto a la capacidad máxima de instalación, los sistemas no fallaron; es decir, soportaron las condiciones más severas impuestas en el modelo. Se demostró que, en situaciones ordinarias de operación, cada elemento funciona prácticamente en forma independiente, por lo que, una vez colocado el tapete, los cables que lo unen al sistema teóricamente no realizan esfuerzo alguno. La mayor demanda de resistencia de dichos cables es en el momento de la colocación del tapete.

La prevención de los procesos de erosión a que se ven sometidos los cauces naturales y los canales formados con tierra permite a sus usuarios, entre otros beneficios, evitar el deterioro de esos recursos, prolongar su vida productiva y, sobre todo, evitar pérdidas importantes por infiltración. Además, al aplicar esta tecnología se propicia una mejor y más eficiente administración del agua y una mayor productividad tanto de los cultivos como del recurso.

En el Laboratorio de Hidráulica Enzo Levi del IMTA se han realizado diversos estudios para revisar y verificar la resistencia de los sistemas de tapetes articulados con elementos de concreto.



*Banco de pruebas de medidores*

*Banco de pruebas de micromedidores*



# Capacidad TECNOLÓGICA

LABORATORIO DE HIDRÁULICA ENZO LEVI

## Laboratorio de Hidráulica



# ENZO LEVI

El Laboratorio de Hidráulica Enzo Levi inició formalmente su operación en 1993. Desde entonces presta servicios de experimentación en hidráulica básica, modelos físicos a escala reducida, desarrollo y prueba de dispositivos hidráulicos de medición y control, así como evaluación de dispositivos hidráulicos comerciales. Además ha apoyado la experimentación aplicada a la investigación, diseño, revisión, evaluación y aprendizaje de la hidráulica.

Sin lugar a dudas, la actividad de mayor relevancia es el haber desarrollado más de cincuenta estudios en modelos hidráulicos y de investigación experimental. El primero de ellos corresponde al modelo físico de la desembocadura del río Papaloapan en 1993, donde se ensayó la prolongación de las escolleras en la interacción del río con el mar.

Posteriormente, durante la construcción de la presa Huites, Luis Donald Colosio Murrieta, en Sinaloa, se realizaron dos modelos que, por su importancia técnica, se describen a continuación:

### *Estudio de protección de la obra de desvío*

Se realizó de octubre a diciembre de 1993, cuando se presentó una avenida por el río Fuerte durante la construcción de la presa Huites, que ocasionó fuertes daños a la ataguía<sup>1</sup> aguas abajo de la obra de desvío. Me-

dante una investigación en un modelo físico a escala se determinaron los niveles a que se debería sobre elevar el muro de la margen izquierda y el incremento de longitud de dicho muro para inhibir daños a la ataguía antes citada. Se hicieron los cambios en la obra de acuerdo con los resultados del estudio dentro del Laboratorio, ya que se esperaban lluvias más fuertes a finales de año.

### *Modelo hidráulico del desagüe de fondo*

La presa Huites fue concebida como una obra de aprovechamiento integral de las aguas reguladas. Entre las componentes de la presa estaba el diseño de un desagüe de fondo para brindarle seguridad ante eventuales riesgos. Sin embargo, como la operación de este desagüe podría manejar velocidades de flujo del orden de 40 m/s, existía la probabilidad de tener problemas en el control y disipación de la energía del chorro que alteraría el funcionamiento de la casa de máquinas ubicada muy cerca del canal de desfogue. Mediante el estudio en un modelo físico en el Laboratorio se determinó el diseño y la geometría de una estructura deflectora que posteriormente se construyó y se sometió a diversas pruebas de funcionamiento en campo. Como resultado se logró evitar cualquier problema de funcionamiento entre el desagüe de fondo y el canal de desfogue y con ello asegurar el buen funcionamiento de la casa de máquinas. Cabe mencionar que la Comisión Nacional del Agua, encargada de la construcción de la presa, una vez

<sup>1</sup> Ataguía - Macizo de tierra arcillosa u otro material impermeable, para atajar el paso del agua durante la construcción de una obra hidráulica.



construido el desagüe de fondo, realizó una prueba de su funcionamiento, donde se observó un comportamiento hidráulico muy semejante al determinado con el modelo físico.

### **Estudios recientes**

Durante estos últimos años se han realizado estudios de las presas El Zapotillo, en Jalisco, y Santa María, en Sinaloa, actualmente en proceso de construcción. En 2010 se empezó a estudiar el vertedor de la primera para una altura de 105 m y en 2015 para una altura de cortina de 80 m. En ambos casos se determinó, valiéndonos del tanque amortiguador del Laboratorio, la capacidad de descarga del vertedor y se propusieron alternativas de disipación de energía, una limitante del proyecto ante la escasa disponibilidad de área para tales efectos.

Para la presa Santa María se realizaron dos modelos físicos: uno de la obra de excedencias en 2015 y otro de la obra de desvío en 2016. En los dos casos se optimizó la geometría de las obras y se generaron ahorros de construcción significativos, además se garantizó la correcta operación de las mismas.

Vale la pena destacar que esta importante infraestructura es operada por un grupo de tecnólogos del agua con una reconocida experiencia tanto en México como en el extranjero.



*Obra de excedencias de la presa Santa María.*



*Estudio en modelo físico del funcionamiento hidráulico de la obra de excedencias del proyecto hidroeléctrico El Arenal.*



*Canal de usos múltiples. Permite estudiar diversos problemas, como la generación de oleaje o el arrastre de material leñoso en ríos.*



*Canal de pendiente variable. Su principal característica es su sistema basculante, que permite modificar la pendiente para registrar desde valores negativos hasta supercríticos.*



*Modelo físico reducido de las obras de desvío de la presa de almacenamiento Santa María.*



## Participación en el Plan de Justicia del Pueblo Yaqui

Como parte del Proyecto del Plan de Justicia del Pueblo Yaqui, el IMTA colabora en la Mesa de Territorio, Agua y Medio Ambiente aportando conocimiento científico y tecnológico que contribuye a la construcción de soluciones en conjunto con la comunidad. En las mesas participan los gobernadores de los ocho pueblos que conforman el Pueblo Yaqui en Sonora y diversas instituciones de gobierno, incluidas la Conagua, la Secretaría de Gobernación y la Semarnat.



## Visita del titular de ASEA

El titular de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), Ing. Ángel Carrizales, y su equipo de trabajo visitaron las instalaciones del IMTA y realizaron un recorrido en el que pudieron conocer las capacidades científicas y tecnológicas del Instituto, con el propósito de identificar posibles áreas de colaboración entre ambas instituciones.



## Cooperación con China

El IMTA recibió a una delegación del Departamento de Recursos Hídricos de la Provincia de Jiangxi, China, para compartir información y experiencias en gestión de recursos hídricos y protección de cuerpos de agua y protección de integridad ecológica en ríos y lagos. La delegación de Jiangxi visitó también los laboratorios de Hidráulica y Calidad del Agua y las casas ecológicas.



# Colaboración en la atención a las lagunas de Zempoala

El IMTA trabajó con personal técnico especializado para atender la problemática del Parque Nacional Lagunas de Zempoala que se presentó debido a una tromba los días 28 y 29 de septiembre de 2019, evento que ocasionó el arrastre y depósito de grandes volúmenes de sedimentos en la zona, lo que puso en riesgo la integridad de los asistentes al Parque. Durante las reuniones se planteó la situación, considerada un desastre natural, que representó un peligro para la subsistencia del sistema lacustre, además de destruir obras de toma de agua potable para las comunidades y poblados aleda-

ños pertenecientes a los municipios de Huitzilac, Morelos y Ocuilán, Edo. de México.

Asimismo, se cooperó en el planeamiento para el diagnóstico de la cuenca, la evaluación de las lagunas y la restitución del suministro de agua potable. También se realizó un recorrido por la cuenca del río Las Trancas para verificar las condiciones del cauce y la cuenca, donde se determinó que la mayor parte de los sedimentos están disponibles en el cauce; una parte fue arrastrada hasta la laguna y la otra se encuentra aún en el río.



## Convenio de diversidad biológica



El IMTA participa desde 2019 en las reuniones intersecretariales convocadas por la Secretaría de Relaciones Exteriores y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) con el objetivo de contribuir en la conformación del posicionamiento de México ante las negociaciones del Marco Global para la Diversidad Biológica Post-2020 (MGB Post-2020), reconociendo la importancia de la conservación y protección de la biodiversidad para la seguridad hídrica.

El proceso de preparación del MGB Post-2020 deberá establecer las nuevas metas globales para reducir la pérdida de la biodiversidad y fomentar el uso sostenible de los recursos naturales en los próximos años. Como parte de este proceso, el IMTA participó también en el Primer Taller del MGB Post-2020, celebrado el 29 y 30 de enero de 2020, en el que se evaluaron y discutieron los elementos de la propuesta de borrador del Marco.

El tratado internacional tiene como objetivo la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

# Fortalecimiento de las capacidades técnicas en República Dominicana



WATER RESOURCES  
MANAGEMENT IN WALLONIA,  
A MULTIDISCIPLINARY CHALLENGE

JOHAN DEROUANE  
PHILIPPE DIERICKX

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA  
DE LA REGION DE VALONA, BÉLGICA

## Cooperación con Bélgica

Como parte de la visita de trabajo a México de autoridades del Servicio Público del Gobierno de Valonia, Bélgica, y de la empresa belga *European Water Tracing Services* se realizó un intercambio de experiencias en el IMTA, el 13 de noviembre de 2019, en torno a la investigación y desarrollo de tecnologías en materia hídrica, seguridad hídrica, calidad del agua y sequías.



Además, el 14 de noviembre se sostuvo una reunión en la Secretaría de Relaciones Exteriores con el objetivo de establecer posibles áreas de colaboración entre la Comisión Nacional del Agua (Conagua), el Centro Regional de Seguridad Hídrica (Cershi), el IMTA y autoridades de Valonia, Bélgica en materia de agua.

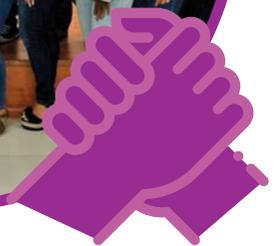
Durante la reunión se identificaron como temas de mutuo interés la posibilidad de realizar pasantías cortas en Bélgica y México de estudiantes, investigadores o profesores para exponer temas específicos en seminarios, talleres o reuniones; fomentar el intercambio de experiencias en *now casting* con el objetivo de mejorar los modelos de predicción de lluvias; intercambio de información y metodologías para el cálculo de la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas de manera integral, incluyendo estimaciones para pérdidas; estudio y determinación de contaminantes emergentes, y uso de trazadores en hidrogeología.

El proyecto Fortalecimiento de las capacidades técnicas para la implementación de servicios de agua potable y saneamiento con participación comunitaria organizada se realizó entre México, a través de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexcid) y el IMTA, y República Dominicana, a través del Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado (Inapa).

Este proyecto, con duración de 12 meses, tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las comunidades mediante el fortalecimiento de las capacidades para el servicio de agua potable y saneamiento con participación comunitaria.

Se realizó el proceso de transferencia de tecnología social al personal del Inapa, actividad en la que participó la organización Cántaro Azul, A.C.

El objetivo de la actividad fue desarrollar un espacio de intercambio, transferencia y fortalecimiento de capacidades en tecnología social y estrategias participativas y de gobernanza para la garantía de los derechos humanos al agua y al saneamiento en comunidades rurales y marginadas.



# Uno con Petronilo Cortez Mejía Uno

**El Acueducto:** Cuéntanos de tu formación y tu trayectoria laboral.

*Petronilo:* Soy ingeniero civil por el Instituto Tecnológico de Zacatepec. Mi primer trabajo fue en la ampliación del Ingenio de Atencingo. Después estuve en la Comisión Estatal de Agua Potable de Morelos; fue ahí cuando entré a los temas del agua. Luego trabajé en la Contraloría del estado de Morelos, como supervisor de obras hidráulicas, y después entré al IMTA.

Yo soy de Santa Cruz, Tlahuapan, Puebla. Varios compañeros vinieron al Tec de Zacatepec. Sin embargo, yo empecé a estudiar en el Poli Comunicaciones y Electrónica, pero me salí y me fui a la Universidad de las Américas en Puebla. Ahí duré dos meses. Un amigo me contó sobre el Tec, vine a ver las carreras y me quedé.

**El Acueducto:** ¿Cómo fue que llegaste al IMTA?

*Petronilo:* Por allá de 1987, un compañero me comentó que el IMTA se había venido a Morelos, y que estaban contratando personal. Venimos juntos y nos hicieron un examen, nos entrevistó el entonces encargado de la Coordinación de Uso Eficiente del Agua en Ciudades e Industrias, el Ing. Luis Manuel López Román. Platiqué con varios especialistas, recuerdo que nos hicieron un examen psicométrico y me pusieron varias figuritas... había dos gatos enfrente, y nos preguntaron: “¿qué le falta la figura?” y pues yo contesté que a un gato le faltaba la sombra. Me aceptaron y no tuve ningún problema en integrarme, porque trabajaban con temas con los que yo ya estaba familiarizado.

**El Acueducto:** ¿Cómo fue que los temas del agua despertaron tu interés?

*Petronilo:* A mí me tocaba trabajar en un programa de mantenimiento preventivo de sistemas de agua potable; eso me agradaba, pero fue hasta después, cuando empecé la maestría, que me gustaron más esos temas.

A la maestría en Hidráulica entramos varios compañeros, porque el coordinador en ese entonces, el Dr. Felipe Arreguín, nos motivó. Él nos daba clases en una oficina donde cabíamos aproximadamente diez personas, ya después nos arreglaron un saloncito en Hidráulica. Esos estudios eran avalados por la UNAM, e incluso tuve clases con el Dr. Enzo Levi, por lo que puedo decir que me tocaron maestros excelentes que me enseñaron mucho.

**El Acueducto:** Durante toda tu estancia en el IMTA, ¿qué proyectos te han gustado más?

*Petronilo:* Un ejemplo de uno que me agradó mucho fue el del canal de molinetes.

A nosotros nos tocó su construcción, con Ricardo Álvarez y Víctor Mejía, por ahí del 95-96, cuando cerró un laboratorio en Tecamachalco en el que había un canal recto donde calibraban los molinetes, que sirven para medir el gasto en canales. Yo fui responsable de la construcción del canal circular, de echarlo andar y automatizarlo. Personalmente, este proyecto me gusta porque fue algo que impactó y sigue vigente.

**El Acueducto:** ¿En qué áreas del Instituto has trabajado?

*Petronilo:* Siempre he estado en el área de hidráulica. Actualmente colaboro en un programa con Banobras que se firmó en 2013. Un tiempo fui subcoordinador, y yo fui quien firmó ese proyecto y seguí trabajando en él. También he trabajado en proyectos de pruebas de hermeticidad; en la explosión de los ductos en Guadalajara; y en el Río Sonora, que fue un proyecto en el que colaboramos muchas áreas del IMTA. A mí me satisface mucho colaborar en la transferencia de tecnologías para que las personas puedan hacerlo por ellos mismos. Me llena poder hacer algo para solucionar los problemas del agua que existen y poner mi granito de arena.

**El Acueducto:** Muchas gracias, Petronilo, ¡mucho éxito!





## PERSPECTIVAS

Programas, proyectos y opiniones relacionados con el sector agua y medio ambiente



# Programa de Compensaciones por Pérdida de Bienestar Socioambiental

Por Ángel Carrizales López, Director Ejecutivo de la ASEA

La Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), organismo encargado de regular las actividades del sector hidrocarburos en México, tiene la misión de garantizar que las actividades del sector se desarrollen con criterios de protección al ambiente, bienestar social y desarrollo económico con acciones basadas en la ciencia y con un compromiso con el bienestar de las comunidades. Con la finalidad de contribuir con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, la Agencia propone un instrumento de gobernanza ambiental innovador que permite compensar la pérdida de biodiversidad o de servicios ecosistémicos generada por las actividades de este sector y que afectan al bienestar socioambiental.

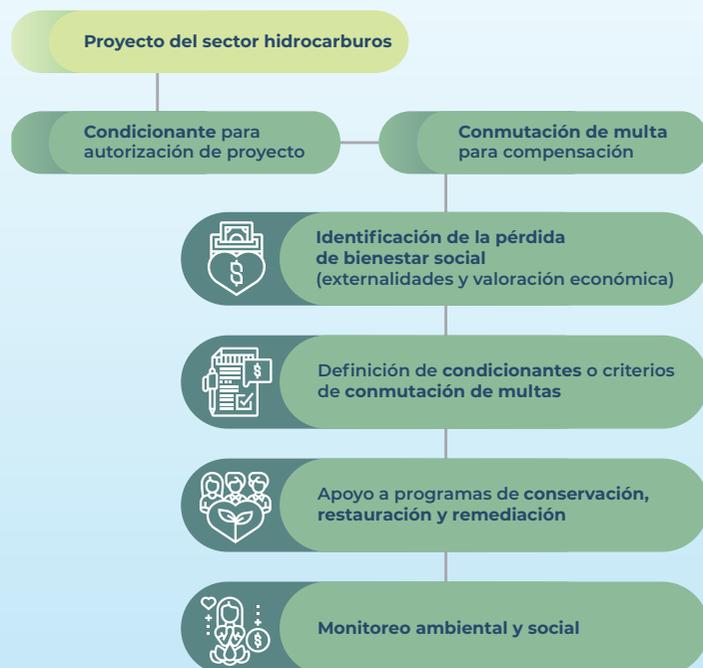


### PARTICIPANTES

Alberto García Espinosa  
Alejandro Sibaja Ríos  
Armando Enriquez Zorrilla  
Blanca Martínez Mendoza  
Gabriela Rodríguez Sánchez  
José A. Casís García  
José G. Galicia Barrios  
Laura Aguilar Esteva  
María Alejandra Alva Solís  
Mauricio Sánchez Barojas  
Paulina Pontifes Cortés  
Peggy González Gómez  
Ricardo Morales Trosino

El Programa de Compensaciones por Pérdida de Bienestar Socioambiental permite dirigir la inversión por parte de las empresas hacia acciones de conservación, remediación o restauración en sitios prioritarios para la conservación mediante dos vías: el establecimiento de condicionantes en las evaluaciones de impacto ambiental de los proyectos del sector hidrocarburos y la conmutación de multas expedidas por la Agencia a sus regulados. El Programa busca involucrar a las comunidades locales tanto en la definición de los impactos ocasionados por las actividades del sector, como en los proyectos de conservación y restauración. Para ello, los proyectos serán definidos con criterios socioambientales que garanticen el bienestar de las comunidades.

Actualmente, el Programa enfoca sus acciones de conservación en Áreas Naturales Protegidas, reconociendo su potencial de generar servicios ecosistémicos, proteger la biodiversidad y contribuir al bienestar socioambiental del país.



Con acciones basadas en la ciencia, decisiones validadas por un grupo interdisciplinario de académicos y expertos en medio ambiente, participación de distintos actores, y transparencia en su operación, uno de los principales beneficios del Programa es que representa un instrumento innovador al reconocer, valorar e incorporar el beneficio social de los servicios ecosistémicos en el modelo de producción del sector primario. Otro elemento innovador del Programa es que pretende fortalecer la gobernanza ambiental al otorgarle voz a las comunidades locales para diseñar intervenciones que efectivamente atiendan sus intereses y necesidades. Por último, el Programa ofrece una importante herramienta para contribuir a las acciones de conservación del país y al bienestar socioambiental de las y los mexicanos en un contexto de austeridad.

# EVENTOS 2020

Diciembre - Marzo

Diciembre



19

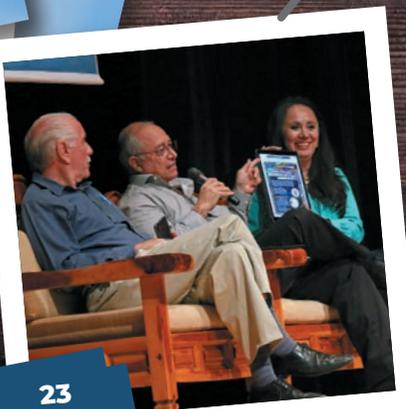
Visita del titular de ASEA

Enero



17

Conferencias: Tropical Cyclone-Induced Rainfall and Floods y IoT Networks for Flood Forecasting



23

Presentación de El Acueducto 5ª época

Febrero



4 al 7

Presentaciones de Jóvenes Construyendo el Futuro

25

Foro: "El desarrollo rural integral de la región sur-sureste: antecedentes y perspectivas"

Marzo



3

Conferencia: "Open Science, FOSS4G and water resources"



4 al 6

Taller: "Managing monitoring data with open source software"

En el primer trimestre de este año se graduaron 11 alumnos.

Del Programa de Ciencias y Tecnología del Agua se graduaron 7 alumnos de maestría y uno de doctorado::

Alumno(a)	Tutor(a)	Tesis
» Joshua Cabello Lugo	Dr. Efraín Mateos Farfán	Evaluación de densidad de potencia por marea en el Golfo de California.
» Jesús Arturo Rabadán Ramírez	Dr. Manuel Martínez Morales	Evaluación hidrogeológica para determinar el comportamiento de los sistemas de flujo subterráneo: Obrajuelo-Querétaro.
» Tamara Luengo Schreck	Dr. Edson Baltazar Estrada Arriaga	El arreglo institucional del sector hídrico y su rol en la subutilización de la infraestructura de saneamiento en Zumpango del Río, Guerrero.
» Ma. Guadalupe Rojano Molina	Dra. Sofía Esperanza Garrido Hoyos	Síntesis y caracterización de adsorbentes minerales de Fe, Mn y Al para la remoción de selenio en el agua de relave.
» Jesús Alberto Ceballos Tavares	Dr. David Ortega Gaucín	Análisis regional de frecuencia de sequías en la cuenca del Río Bravo, México, con base en la metodología de L-Momentos.
» David Eduardo Díaz Gutiérrez	Dr. Martín José Montero Martínez	Patrones atmosféricos asociados a la dinámica de los frentes fríos en México utilizando datos regionalizados por el RCA4.
» Gabriela Susana Torres Quezada	Dr. Edson Baltazar Estrada Arriaga	Tratamiento de aguas residuales municipales utilizando un sistema biológico de lecho móvil acoplado a un módulo de membranas.
» Susana Ortega López (doctorado)	Dra. Denise Freitas Soares de Moraes	Acciones de conservación de suelo y agua en una microcuenca de la cuenca del lago de Pátzcuaro y percepción social sobre sus efectos.

En el área disciplinar de Ingeniería Ambiental/Agua se graduaron dos alumnas de maestría:

» Ma. Guadalupe Reynosa Deloya	Dr. Edson Baltazar Estrada Arriaga	Tratamiento de vinazas tequileras a través de un reactor anaerobio electroquímico.
» Leisbel Córdova Domínguez	Dra. Anne Margrethe Hansen Hansen	Control de cargas internas de metales en sedimentos sujeto a oxigenación.

En cuanto al Programa de Maestría en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos se graduó un alumno:

» Alonso Bustillos de Cima	Dra. Sofía E. Garrido Hoyos	Procuraduría para la defensa de los usuarios de agua (PRODAGUA). Su implementación como garantía para el respeto y protección del derecho humano de acceso, disposición y saneamiento, y solución de conflictos del agua en México.
----------------------------	-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Información de los programas de posgrado:  
posgrado.imta.edu.mx • academico@posgrado.imta.edu.mx.

# JÓVENES CONSTRUYENDO EL FUTURO

en el  
 **IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

**Jorge Arturo Martínez González**

Bachillerato

**B**uscaba ganar un poco de experiencia para la carrera que voy a estudiar, que es Ing. Química. Este fue el mejor lugar para mí. Me han recibido, no como becario, sino como parte del equipo. Aquí he aprendido los conceptos de trabajo en equipo, responsabilidades y disciplina.

**Itzel Galván Martínez**

Ingeniera en biotecnología

**B**uscaba la beca para prácticas relacionadas con mi carrera. Me siento muy a gusto y he aprendido mucho, tanto intelectual como laboral y socialmente. Me he involucrado con biorreactores; algo que jamás imaginé.

**Javier Camacho Epicho**

Ingeniero en agronomía

**N**o conocía el IMTA. Buscaba algo relacionado con mi carrera y cuando lo vi me decidí. Me tocó un buen tutor y nos entendemos muy bien en el aspecto laboral. Ya había trabajado antes, pero aquí he reforzado mis habilidades. Además he aprendido a inyectar árboles y a relacionarme con las personas y he ganado experiencia y práctica.

**Norman Mabel Piña**  
Ingeniero en bioquímica

**E**ntré al IMTA por sugerencia de un amigo, quien me comentó que era un buen lugar, con muchas áreas y que aquí podría encontrar algo que me gustara. He mejorado mi paciencia gracias a las plantas, he aprendido mucho sobre su cuidado y tratamiento. Ha sido una experiencia grandiosa.



**Oliver Julen Jiménez Vargas**  
Ingeniero en  
Mantenimiento Industrial

**E**l IMTA me ha apoyado a reforzar los conocimientos que ya tenía. En lo personal me ha ayudado a ser responsable y comprometido.



**Luis Ángel Marín Zagal**  
Técnico superior en  
Mantenimiento Industrial

**T**ení buena referencia del IMTA y decidí que era la mejor opción, porque todo lo que veo aquí me ayuda a complementarlo para mi carrera y he aprendido mucho relacionado con Ing. civil y con el tema del agua.



**Luis Iván Brizuela Elenes**  
Pasante de Ingeniería  
Industrial

**E**star en el IMTA me ha aportado una red de contactos y capacidad de adaptación. Además he adquirido muchos conocimientos y un punto de vista más preciso acerca de la hidráulica





## ACTIVIDADES

# Reto 2020



### Yoga

Martes y jueves - 6:30 de la tarde.



### Acondicionamiento físico

Lunes a viernes - 5:30 de la tarde.



### Martial fitness

Lunes, miércoles y viernes  
6:30 de la tarde.



Mayores informes con Leticia  
Becerra a la extensión 176.

*Actividades suspendidas hasta nuevo aviso*

## ¿CÓMO VAS?

Mayo

Junio

Cintura

Cadera

Brazo



## EFEMÉRIDES



# DÍA MUNDIAL

*de la Lucha Contra la Desertificación  
y la Sequía*

El objetivo de las celebraciones internacionales proclamadas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), como la del Día Mundial de la Lucha contra la Desertificación y la Sequía, es concienciar tanto a los gobiernos como a los ciudadanos acerca de la importancia de los problemas sin resolver que ponen en riesgo la viabilidad del desarrollo humano. Esta fecha se conmemora cada 17 de junio a partir de 1995, desde que la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo lo aprobó durante su XCII sesión plenaria del 19 de diciembre de 1994.

Año con año, la ONU designa a una ciudad la responsabilidad de invitar a todos los Estados a que dediquen este Día Mundial a sensibilizar a la opinión pública para luchar, en este caso, contra la desertificación y los efectos de la sequía, y la aplicación de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas para luchar contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en especial los africanos, mediante la publicación y la proyección de documentales y la organización de conferencias, mesas redondas, seminarios y exposiciones en un marco de cooperación internacional.



El Día de Lucha contra la Desertificación y la Sequía 2020, a celebrarse en Seúl, Corea del Sur, se centrará en las relaciones entre el consumo y la tierra bajo el lema “Alimentos. Forrajes. Fibra”, que aspira a inducir a las personas a reducir su impacto individual modificando actitudes públicas hacia la producción y el consumo incesantes de la humanidad, que es la principal causa de la desertificación y la degradación de las tierras a un ritmo insostenible, lo que daña la producción, los ecosistemas y la biodiversidad. Los alimentos, los forrajes y las fibras deben competir con la expansión de las ciudades y la industria de los combustibles.

Con el fin de contar con tierras productivas suficientes para satisfacer la demanda de 10,000 millones de personas en 2050, será necesario modificar nuestro estilo de vida. Ibrahim Thiaw, Secretario Ejecutivo de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, advierte: “Si seguimos produciendo y consumiendo como hemos hecho hasta ahora, agotaremos la capacidad del planeta de albergar vida, hasta que no queden más que migajas... Para contribuir a la protección y restauración de las tierras, debemos elegir mejor lo que comemos y la ropa que usamos”.

Hoy en día, más de 2,000 millones de hectáreas de tierras anteriormente productivas se encuentran degradadas.

**2,000 millones**

Se ha transformado el uso de más del 70 % de los ecosistemas naturales; en 2050, la cifra podría alcanzar el 90 %.

**70%**

En 2030, la producción de alimentos requerirá otros 300 millones de hectáreas de tierra.

**2030**

Se prevé que en 2030 la industria de la moda utilizará un 35 % más de terreno (más de 115 millones de hectáreas), el equivalente a la superficie de Colombia.

**35%**



# Jubilaciones

Con agradecimiento y afecto, les deseamos mucho éxito a nuestros amigos jubilados:



**Antonio Requejo del Blanco**

Coordinación de Comunicación Participación e Información



**Servando Castillo Romano**

Coordinación de Hidrología



**Humberto Ramírez Rivera**

Coordinación de Hidráulica



**Jorge Enrique Brena Zepeda**

Coordinación de Hidrología



**Ramiro Vega Neváres**

Coordinación de Riego y Drenaje



**María Dolores Olvera Salgado**

Coordinación de Riego y Drenaje



**María del Rosario Castro Rivera**

Coordinación de Comunicación Participación e Información



**Silvia Lucía Gelover Santiago**

Coordinación de Calidad del Agua

# Distinciones

La Dra. Norma Ramírez Salinas, Coordinadora de Tratamiento y Calidad del Agua, recibió el galardón Mujeres del Sistema Mexicano de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad en el marco del Día Internacional de las Mujeres.



# Nombramientos



**Armando Jurado Orozco**

Subdirector de Recursos Materiales  
Coordinación de Administración



**José Antonio Quevedo Tiznado**

Encargado de la Coordinación de Riego y Drenaje



**Federico Joaquín Ochoa Álvarez**

Subcoordinador de Obras y Equipos Hidráulicos  
Coordinación de Hidráulica



**Jorge Alberto Guerrero López**

Jefe de Departamento de Contratos  
Coordinación de Administración



**Maricarmen Espinosa Bouchot**

Subcoordinadora de Hidrobiología y Evaluación Ambiental  
Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua



**Norma Ramírez Salinas**

Coordinadora de Tratamiento y Calidad del Agua



**Ulises Dehesa Carrasco**

Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Servicios Ambientales  
Coordinación de Riego y Drenaje

¡Bienvenidos nuevos compañeros y felicidades a los nuevos nombramientos!



## Uso de las cursivas y las comillas



### COMILLAS

El estilo de escribir de una persona se identifica por la forma particular en la que utiliza el lenguaje. Este ejercicio adquiere valor en la medida en que esa libertad de expresión se utilice conscientemente y no por equivocación o ignorancia.

En el caso que nos ocupa, es frecuente que el redactor acuda, indistintamente, al uso de la letra cursiva o de las comillas para darle un sentido específico a palabras o frases que emplea para expresar una idea determinada, de acuerdo con su estilo. El autor logrará un texto más explícito y de mayor calidad, y más rico en su expresión, conforme se apege a las reglas al respecto aquí descritas.

### A CURSIVAS

Las letras cursivas, llamadas también itálicas se usan en los casos siguientes:

- Para indicar que una palabra o frase es ajena al español, incluidas las expresiones latinas: “Estamos en contra del *fracking*” “Aldama, *et al.*”  
En textos de carácter técnico puede omitirse esta regla, siempre y cuando las palabras estén plenamente establecidas y asentadas en la disciplina a la que pertenecen. Por ejemplo, en un manual de informática: “El hardware y el software deben ser compatibles”.
- En nomenclaturas científicas del género y especie de plantas y animales. “El tequila se elabora de la planta *Agave tequiliana Webber*”

- Cuando la palabra o expresión no es propia, es vulgar o tiene un sentido irónico: “Visiblemente enojada, le grito: ¡*Pa’ juera*”. “El *muy sabio* no supo responder a tan sencilla pregunta”. El uso de comillas es igualmente correcto en estos casos.
- Cuando se trata de neologismos y creaciones ocasionales: “La actriz ha incursionado también en la *performática*”. “No soporto al señor *sabelotodo*”. Este uso alterna también con las comillas.
- En explicaciones entre corchetes después de una cita: «“Ni machismo ni feminismo; **humanismo**” [*la negrita es nuestra*]».
- En variables matemáticas. “Si  $a = b$  y  $b = c$ , entonces  $a = c$ .”
- Para señalar la palabra o el elemento lingüístico del que se habla: “El prefijo *post-* se ha simplificado a *pos-*, por lo que ahora se escribe *posgrado*, en lugar de *postgrado*”.
- Para indicar el título de una obra, incluso si se usa su acrónimo: “Para realizar esta nota se consultó el *Manual de estilo de la lengua española*”. “El diccionario de mayor reconocimiento en el mundo hispano es el *DRAE*” [*por Diccionario de la Real Academia Española*].
- En títulos de publicaciones periódicas y sus acrónimos. En este caso se escribe con mayúscula la letra inicial de sustantivos y adjetivos: *Tecnología y Ciencias del Agua (TyCA)*, *El Universal*, *Agua Simple*.

En español existen tres tipos de comillas: angulares, conocidas como latinas o españolas (« »), inglesas (“ ”) y simples (‘ ’). El uso principal de las comillas es el de delimitar citas textuales, así como intervenciones y pensamientos de personajes que se presentan de forma directa dentro de un párrafo.

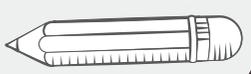
Las comillas se utilizan también para resaltar títulos de piezas autónomas (capítulos de libros, poemas, canciones, artículos académicos) que se incluyen como parte de una obra mayor. Me encanta “El rayo de luna” de *Las Leyendas de Becquer*. Nótese la alternancia del uso del entrecomillado y las cursivas.

Como se mencionó, en algunos casos las comillas se pueden emplear para sustituir a las cursivas en aquellos soportes tecnológicos que no permitan la cursiva.

Su utilización se norma por su jerarquía. Ejemplo: «Antonio me dijo: “Vaya problema se ha ‘comprado’ María”». Es decir se recomienda, en primera instancia, usar las angulares para tener una mayor posibilidad de extender la capacidad de citar varios textos seguidos de diferente significado, delimitados por diferentes tipos de entrecomillado. En México solemos utilizar con mayor frecuencia las comillas inglesas. Sin embargo, en el caso citado debemos esforzarnos por utilizar las angulares o españolas antes que cualquiera de los otros dos tipos.

# Cruciagua

Busca en la gota palabras utilizadas en hidráulica. Estas pueden estar al derecho, al revés, hacia arriba, hacia abajo o en diagonal descendiente o ascendiente. Además, hay una palabra secreta y tres en inglés.



**¡Busca las palabras!**

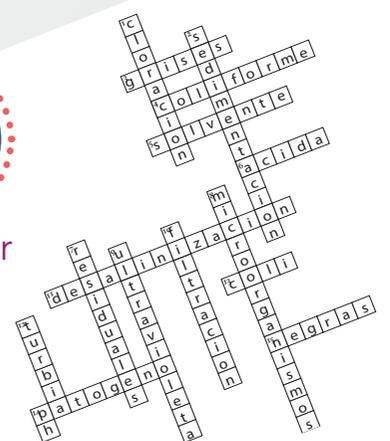
- Acequia
- Acueducto
- Aliviadero
- Bordo
- Canal
- Cortina
- Dique
- Dren
- Embalse *Busca también el equivalente en inglés*
- Flujo
- Gasto
- Molinete
- Noria
- Pozo *Busca también el equivalente en inglés*
- Presia *Busca también el equivalente en inglés*
- Trasvase

Word search grid shaped like a water drop:

```

E
I
JET
AIO
RGIOM
TALLS
OHNLEGA
NVEURCE
HXWAQAEV
FUAGRKTYKEA
ZDUEILOTLIS
YFPEQTZJSVXZH
BEIEBCQSTUNPJLO
SHOTACUDEUCAZON
HBOXCCXUVCXEPGMFI
BFNVINAIUQECACEQUIUA
IUQDLATVTXTCCFWKVAMQZ
XKYUODROBUNGLCORTINAF
WKOANLANAGDSEHFZLGEWVPK
XFRRVMOLINETEADFFDVWNXZ
DEDXXNENNNMOBJPRICKXGMFDU
IIYDNTTRFAZIDHYIBQAYOTVRB
HAXENITROCVPRLZOITUJHMUDW
WATCFGEUCAUASEOE VACUEDUCTOY
PPOZOGHQYJEDYNEVRCLKGWAICTI
ALIVIADERODXEGTXEFRESKZLVBE
EASONSWUFUDSRGFSOOLANACT
WDIUTIOWASELYOCEGNTFTVVVH
WEIRZSRPMTLAÑRIRANTGVFECS
GLPOTAFPOQBBBATMFDOMSOZ
AFPZNRGDRQMFHPLUJOÑAERB
KHOZAINESDTGUHEVEPB
AXHDYISZRSIFGYEJSUPUB
MOKAKKVXBANHHBAIIAG
XHYMAGAXNTVFRSJJSS
SSUDRCFIBTZFY
ANOVEYGBC
    
```

**Solución del Cruciagua anterior**



# AGUA

Voces del

Por Emilio García Díaz

## Gasto

¿Qué tienen en común la vastedad del océano, las vacaciones, el dinero y la cantidad de agua que pasa por una sección en una determinada cantidad de tiempo?

La respuesta es la palabra gasto. Esta viene del latín *vāstus*, derivada a su vez del proto-céltico *wāstos*, que pasó al español como *guasto* y *gasto*.

*Vāstus* tenía el significado de vacío y, por extensión, el de desértico o desolado. Dado que un lugar vacío, desértico, con poca o nula vegetación da la apariencia de amplio o extenso, la palabra derivó por vía culta en el adjetivo español *vasto*, con significado de dilatado, muy extendido o muy grande y en sus variantes *vastación* y *vastedad*.

Gasto significa actualmente, en su primera acepción, acción de gastar, expender dinero. Curiosamente, un sinónimo de gastar es desembolsar (dejar el bolso vacío), y “vaciar las arcas” significa gastar todo el dinero.

Por otra parte, por vía del llamado latín vulgar, que según algunos autores era en realidad una lengua itálica contemporánea del latín, descendientes ambas de lenguas indoeuropeas comunes, entre ellas las lenguas proto-célticas, *wāstos* derivó en *vacivus*, *vacuo*, *vacuare*, de donde descienden nuestras palabras vacío, vacuo, evacuar, vacante y vacaciones, entre otras. Evacuar significa sacar a toda la gente de un lugar y dejarlo vacío; una vacante es un puesto libre o vacío, y cuando tomamos vacaciones, dejamos nuestro puesto vacío.

Queda establecido, pues, que la palabra gasto está íntimamente relacionada con el concepto de vacío/vaciar. Pero, ¿por





Un tobogán como este tiene un gasto de 400 litros por segundo.

qué se designa con esta palabra en español la cantidad de un fluido que pasa por un orificio, un conducto, cauce o canal en una unidad de tiempo?

En otras lenguas se optó por palabras que evocan cosas muy distintas: en inglés: *flow rate* o *discharge* (velocidad de flujo o descarga), en alemán: *durchfluß* (flujo que pasa o atraviesa por algo), en francés: *débit* (débito) y en italiano: *portata* (lo portado, transportado o acarreado).

El término original, según varios autores, fue el de *portata*, ya que entre los siglos XVI y XVII hubo en Italia un auge en la investigación hidráulica. Benedetto Castelli (1578-1643), alumno de Galileo Galilei y considerado el padre de la hidráulica moderna, en su tratado *Della misura dell'acqua corrente* (Sobre la medición de aguas corrientes) establece los principios que llevaron a la famosa ecuación  $Q = VA$ , donde  $Q$  es la “*quantità d'acqua*” (cantidad de agua),  $V$  es la “*velocità della corrente*” (velocidad de la corriente) y  $A$  es el área.

Guido Grandi en su tratado *Del movimento dell'acqua* (Del movimiento de las aguas) comienza a emplear la palabra *portata* como adjetivo, en referencia a lo establecido por Castelli: “*quantità d'acqua portata*”. Posteriormente, Paolo Frisi y Giuseppe Venturoli, en sus respectivos tratados, establecen definitivamente el uso expreso de *portata* como sustantivo, designando su valor con la tradicional  $Q$ .

En portugués, gasto (en el sentido hidráulico) se dice *vazão*, de *vaziar* (vaciar). Resulta curioso que al menos en esta otra lengua se haya optado también por el concepto de vacío/vaciar para el término hidráulico que nos ocupa.

RYA

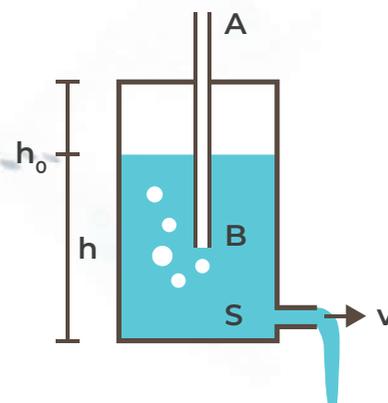
Ilustración por: Adolfo Remigio Armillas

¿Por qué el español y el portugués hacen referencia a vacío/vaciar con las palabras *gasto* y *vazão*?

Solo podemos especular. Puede deberse a que los primeros experimentos se hacían con recipientes o depósitos, y estos había que llenarlos de agua y luego vaciarlos para hacer las mediciones correspondientes. Estas se hacían “vaciano” cierto volumen de agua. El uso de “vaciar” con este sentido se corrobora por ejemplo con la siguiente definición: “boca del río: donde el río vacía su caudal en otro cuerpo de agua” o en textos como este: “Los ríos finalmente se vacían en el océano”. El agua “vaciana” era lo que se medía. Tal vez esta asociación tuvo más lógica en los hidráulicos españoles y portugueses.

Gasto podría entonces definirse como la cantidad de agua que “se vacía” de una sección determinada de un orificio, conducto o canal en un tiempo determinado.

Así que la próxima vez que estés de **vacaciones** en un parque acuático a orillas del mar acuérdate de la palabra **gasto**: contempla lo **vasto** del océano, piensa en cuál será el **gasto** del tobogán por el que te deslices... y cuida tu **gasto**, ¡puedes divertirte sin **vaciar** tu cuenta bancaria!



Frasco de Mariotte para producir un gasto constante.

## Cuentos y leyendas del agua

# El pueblo sumergido

Contribución  
de Mónica Gutiérrez Jiménez

El lago de Tequesquitengo es un cuerpo de agua que se encuentra al sur del estado de Morelos, donde los turistas acuden en busca de recreación los fines de semana debido a su cercanía a la ciudad de México y a la variedad de actividades acuáticas que ofrece.

Este lago esconde bajo sus aguas la historia de su formación. Bajo ellas yace el antiguo pueblo de San Juan Bautista de Tequesquitengo, que sufrió una terrible inundación alrededor del año 1845, dejándolo completamente sumergido; algunas veces, cuando el nivel del agua desciende un poco, se alcanza a apreciar la cruz de la iglesia del otrora pueblo colonial.



Existen varias versiones de este suceso. La más popular, contada por los lugareños a los turistas, dice que al norte del valle había una laguna que era primordial para el sustento del pueblo y en cuyas riberas se extraía el tequesquite, mineral similar a la sal que le da su nombre y que era de valor para los indígenas, quienes lo usaban para fabricar jabón y sazonar algunos platillos. En la parte alta de la región se encontraba la Hacienda San José Vista Hermosa, en donde se cultivaba la caña de azúcar. La hacienda prosperaba y necesitaba de más mano de obra, por lo que los hermanos Mosso, quienes la controlaban, querían que los indígenas del pueblo fueran a trabajar sus tierras. Estos se negaron, dado que les era más lucrativo seguir explotando el tequesquite. Enardecidos, los Mosso desviaron el flujo de los canales de riego de sus plantíos y con ello inundaron a todo el pueblo.

De manera menos folclórica, los estudiosos del tema sostienen que la inundación fue un proceso paulatino, que inició desde 1840. Se ha visto que el lago funciona como descarga natural del acuífero y se alimenta de agua subterránea, lo que pudo haber causado la desaparición del asentamiento de manera progresiva al aumentar el nivel del agua.

Otra versión señala que en 1845 se registró un sismo, considerado uno de los más fuertes del siglo XIX, que pudo sentirse en gran parte del estado y que provocó profundas oquedades en el suelo que se conectaron a cavernas subterráneas por donde se filtró agua a la superficie, lo que dañó el subsuelo y llevó al aumento del afluente de agua al valle.

¿Venganza?, ¿aguas subterráneas?, ¿un sismo? Como haya sido, lo cierto es que el lago de Tequesquitengo es uno de los atractivos turísticos más llamativos del estado de Morelos, que encierra la fascinante historia de un pueblo sumergido.





CHAPUZÓN  
DE LETRAS

# Una mirada al pasado

Por Mario Buenfil Rodríguez



## ¿Qué era el Pronefa?

## ¿Continúa 35 años después?

En el tercer número de *El Acueducto*, boletín informativo interno del IMTA, de febrero de 1987, apareció una breve noticia titulada “¿Qué es el Pronefa?”.

El Pronefa (Programa Nacional del Control de Pérdidas y Uso Eficiente del Agua) tenía como objetivo mejorar la eficiencia de la infraestructura hidráulica urbana y erradicar la visión de que la creciente demanda de agua debía satisfacerse construyendo cada vez más obras.

Sus actividades se centraron en ocho ciudades piloto, en las que se rehabilitaron algunos ramales de redes de distribución, se promovió un mayor control del padrón de usuarios, se establecieron procesos de cobro más eficientes y se promovió el uso de dispositivos ahorradores en sanitarios domésticos.



Junto con los programas Desarrollo Rural Integrado del Trópico Húmedo, Uso Eficiente de la Infraestructura Hidroagrícola, y Nacional de Aguas Residuales, el Pronefa fue una de las cartas fuertes del IMTA en sus inicios. Si bien fue muy relevante para el Instituto y para el país, por lo menos desde 1985 hasta 1994, su importancia fue decayendo o, por decirlo amablemente, “desapareciendo”, al menos con ese nombre, luego de varias reestructuraciones tanto de la Conagua como del IMTA.

Sin embargo, las líneas de trabajo, prioridades y necesidades del Pronefa siguen vigentes; quizá ahora aun con mayor fuerza, pues a pesar de que durante varios años produjo resultados tangibles, la problemática y los conflictos por el agua en las ciudades han aumentado más rápidamente que las soluciones propuestas por un destacado equipo de trabajo integrado por especialistas del IMTA y renombrados expertos internacionales, auspiciados por la Organización Panamericana de la Salud.

De aquel equipo de especialistas del IMTA todavía permanecemos activos en esta institución Juan Maldonado,

Petronilo Cortez, Armando Trelles, Isabel Hernández, Ramón Piña y el autor de esta nota. Sus funciones han cambiado con el tiempo, pero su interés por el tema aún persiste en todos ellos.

Algunas de las acciones más útiles del proyecto fueron promover mejores padrones de usuarios, medir consumos domésticos y detectar fugas, pero lamentablemente, a pesar de los grandes adelantos tecnológicos con que contamos hoy en día, han existido inercias contrarias al desarrollo institucional, a la profesionalización de los operadores municipales, y a su fortaleza y autosuficiencia financiera. Ello ha propiciado el incremento, entre otros, de problemas de contaminación del agua, sobreexplotación de acuíferos, discontinuidad y tandeo en el abasto de agua a las ciudades e insuficiente o nulo mantenimiento y renovación de la infraestructura.

En un artículo de aquella época, también sobre el Pronefa, se resaltaba la siguiente idea: “al igual que los problemas a que se enfrenta el desarrollo, los relacionados con los servicios de agua se caracterizan por las dificultades que se presentan al momento de su implantación, más allá de los aspectos técnico, financiero y económico”.

Actualmente seguimos sosteniendo este mismo razonamiento, pero precisando que el concepto de implantación abarca, entre otros requerimientos, desarrollo institucional, formación de hábitos, cuidado de la permanencia de funcionarios competentes, supervisión profesional y con autoridad (regulación), autonomía y autosuficiencia financiera, mejor cultura y exigencia ciudadanas (incluidas la rendición de cuentas y la transparencia) y servicios integrales (agua, alcantarillado, saneamiento y cuidado ambiental) verdaderamente sostenibles.

Asimismo es necesario definir con mayor precisión el concepto de “uso eficiente” de un recurso para salir de ese círculo vicioso de poca efectividad en el que ha transcurrido este tiempo.

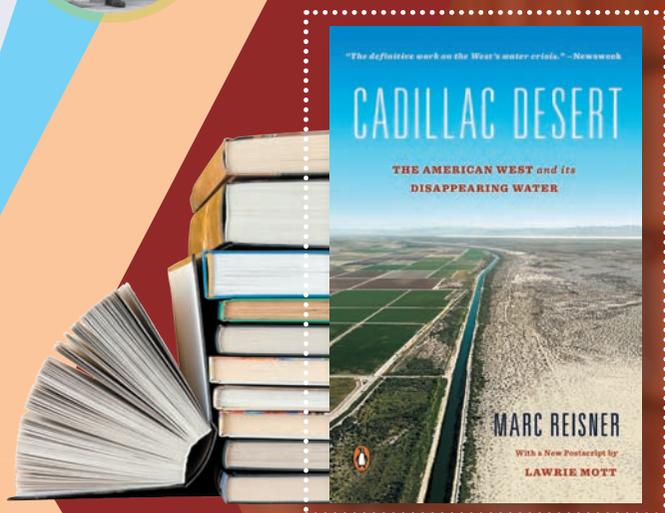
**Mayor información:**  
[mbuenfil@tlaloc.imta.mx](mailto:mbuenfil@tlaloc.imta.mx)



TIEMPO  
LIBRE



Adrián Pedrozo  
recomienda este libro:



# Libros

## Cadillac Desert

De Marc Reisner

La historia del oeste americano es la historia de una búsqueda incesante de un preciado recurso: el agua. Es una historia de ríos desviados y represados, de corrupción política e intriga, de batallas de miles de millones de dólares por los derechos del agua, de desastres ecológicos y económicos. Marc Reisner escribe sobre los primeros pobladores, atraídos por la promesa del paraíso y por las tácticas despiadadas empleadas por los políticos y los intereses comerciales de Los Ángeles para asegurar el crecimiento de la ciudad. Su libro documenta la amarga rivalidad entre dos agencias del gobierno en la competencia para transformar el Oeste. *Cadillac Desert* es una exposición sorprendente y una historia dramática e intrigante de la creación de un Edén, un Edén que quizá sea solo un espejismo.



TIEMPO  
LIBRE

# Películas

Te invitamos a ver en la plataforma YouTube tres documentales sobre la trascendencia e importancia de la construcción y operación de tres grandes obras hidráulicas:

## Presas Tres Gargantas

Ubicada sobre el río Yangtsé en China y con 2 309 m de longitud y 185 m de altura se le considera la mayor represa en estructura y segunda en potencia instalada total de 18 200 megavatios ya que la presa de Itaipú, en Brasil, sigue siendo la mayor productora de energía del planeta. De las Tres Gargantas está diseñada para controlar el cauce del río, así como para proteger de inundaciones a los más de 15 millones de personas que viven en sus márgenes.



<https://youtu.be/4q47weKZtRo>

## Presas Huites

Ubicada en el municipio de Choix, Sinaloa, es un embalse artificial inaugurado el 14 de diciembre 1995 sobre el cauce del río Fuerte, con el propósito de controlar sus avenidas, de incrementar la zona regable en la región y de generar 422 megawatts de energía eléctrica. Vale la pena mencionar la participación del IMTA, a solicitud de la Conagua, en el desarrollo de este gran proyecto. Consultar la sección Capacidad Tecnológica en este mismo número.



[https://youtu.be/dEV2\\_URT\\_4I](https://youtu.be/dEV2_URT_4I)

## Presas Hoover

Construida sobre el curso río Colorado en Estados Unidos para controlar las grandes avenidas que inundaban su cuenca cuando se derretía la nieve de las montañas Rocallosas; proteger a las comunidades agrícolas río abajo; aumentar la extensión de tierras de regadío; dotar de agua a la ciudad de Los Ángeles y otras comunidades del sur de California, y generar un máximo de 2074 megavatios de potencia hidroeléctrica.



<https://youtu.be/CcTyBsoCWak>



**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



*El Acueducto*



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