

Tiáloc

REVISTA DIGITAL

AMH



ASOCIACIÓN
MEXICANA DE
HIDRÁULICA

SÉPTIMA ÉPOCA · AÑO 1, NÚMERO 78 · SEPTIEMBRE 2026

NOTICIAS AMH

AMH FIRMA CARTA DE INTENCIÓN
PARA INTEGRAR EL CONSEJO DE
CONSULTA DEL AGUA DE LA CIUDAD
DE MÉXICO

CONTEXTOS

CONSTRUYENDO RESILIENCIA
HÍDRICA PARA TIJUANA, ROSARITO
Y ENSENADA

CONSULTORÍA PRIVADA
ESPECIALIZADA COMO PILAR
INDISPENSABLE PARA
MATERIALIZAR LA POLÍTICA
HÍDRICA NACIONAL

ASEQUIBILIDAD Y VIABILIDAD
FINANCIERA DEL AGUA:
EL RETO DEL FINANCIAMIENTO PARA
GARANTIZAR UN DERECHO HUMANO

DOSSIER ACADÉMICO

AGUA SUBTERRÁNEA Y
DERECHO HUMANO AL AGUA:
VULNERABILIDAD Y POLÍTICA
HÍDRICA EN EL CONTEXTO URBANO

HURACANES, INUNDACIONES Y
VULNERABILIDAD

AGUA, LEGALIDAD Y VULNERABILIDAD:
RETOS DE MÉXICO

CONSÚLTALA EN LÍNEA





ASOCIACIÓN
MEXICANA
— DE —
HIDRÁULICA

Forme parte de la comunidad de la Asociación Mexicana de Hidráulica, A. C., que agrupa a expertos mexicanos de distintas profesiones ocupados en la investigación, desarrollo tecnológico, diseño, construcción y operación de los sistemas hidráulicos y la gestión integrada del agua en el país.

Inscripción \$ 160.00
Anualidad 2025 \$ 1000.00

Con la inscripción, recibe la Revista *Tláloc* AMH e invitaciones a congresos, seminarios, foros y actividades técnicas.

Para mayor información acerca de los documentos solicitados y la hoja de inscripción, diríjase a:

<https://amh.org.mx/inscripcion-individual/>

**También puede escribirnos al Whatsapp 5525580568
o llamarnos al 5551714111 de 9 a.m a 5 p.m.**

Síguenos en:

Facebook: @AMHidraulica
Instagram: @amhidraulica
X: @AMHidraulica
LinkedIn: Asociación Mexicana de Hidráulica



ASOCIACIÓN
MEXICANA
DE
HIDRÁULICA

Tláloc REVISTA DIGITAL
AMH

Séptima época · Número 78 · Septiembre 2026

XXXVII Consejo Directivo Nacional
Periodo 2025-2027

Presidente

Ing. Lorena Margarita Limón González

Vicepresidente

Ing. Emilio Gerardo Hernández Guzmán

Tesorera

Ing. Michell Amezcua Dueñas

1er. Secretario

Ing. Francisco Humberto Blancarte Alvarado

2do. Secretario

Mtro. Ernesto Marroquín Álvarez

Vocales

Ing. Marina Salvador Montes

Dra. Lucía Alejandra Herrera Lozano

Ing. Carlos Manuel Villar Bedian

Ing. Reynaldo Evaristo Díaz Hernández

Junta de honor

Dr. Rolando Springall

Ing. Jorge Carlos Saavedra Shimidzu

Dr. José Eduardo Mestre Rodríguez

Mtro. Gabriel Echávez Aldape

Ing. José Manuel Arango Maldonado

Comité editorial

Ing. Lorena Margarita Limón González

Dra. Lucía Alejandra Herrera Lozano

Ing. Reynaldo Evaristo Díaz Hernández



Tláloc AMH, séptima época, núm. 78, septiembre 2026, es una publicación cuatrimestral editada por la Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C., Camino Santa Teresa 187, Colonia Parques del Pedregal, alcaldía Tlalpan, C.P. 14010, CDMX, México. Tel. (55) 555171 4111. Editor responsable: Esther Pérez Guzmán. Concepto gráfico, diseño y diagramación: Ángelo Parra. Reserva de derechos al uso exclusivo: 04-2018-051013431600-102, registrado ante INDAutor. Certificado de licitud de título y de contenido 17226, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación.

El contenido de los artículos firmados es responsabilidad de los autores y no necesariamente representa la opinión de la Asociación Mexicana de Hidráulica.

El contenido de la revista puede ser reproducido bajo la licencia CC BY-NC-ND 4.0 *Creative Commons* que estipula que se permite copiar y distribuir el material en cualquier medio o formato sin adaptaciones, sin fines comerciales y otorgando el crédito correspondiente al autor.

Créditos iconográficos: Joceline M. Hutzil, Unsplash (p. 10); EOL (p. 11); Ruthson Zimmerman (p. 16); Pexels (p. 17); Mikael Blomkvist (p. 18); Mauricio Borja (p. 25); Rino Adamo (p. 26); lumverte (p. 27); Conagua, NASA (p. 29), AWS S3 Explorer-Wikipedia (p. 30); Conagua (p. 31)

Para todo asunto relacionado con la revista *Tláloc AMH*, dirigirse a info.amh@amh.org.mx

Costo de recuperación número actual: \$60. Suscripción anual: \$625.

Los socios de la AMH la reciben en forma gratuita.

Índice

3 Editorial

Noticias AMH:

- 4 AMH Sinaloa presente en la segunda edición de la Escuela del Agua
- 6 Asume el Ing. Martín Alberto Rodríguez Ventura la presidencia del IV Consejo Directivo de la AMH Sección Querétaro
- 7 [Alianza por el agua en la capital](#): se firma Carta de Intención para integrar el Consejo de Consulta del Agua de la Ciudad de México

Contextos:

- 10 [Construyendo resiliencia hídrica para Tijuana, Rosarito y Ensenada](#): desalación, reúso y gestión integral como ruta a largo plazo
- 14 [Consultoría privada especializada](#) como pilar indispensable para materializar la política hídrica nacional
- 16 [Asequibilidad y viabilidad financiera del agua](#): el reto del financiamiento para garantizar un derecho humano

Semblanzas:

- 20 Mtra. Marina Salvador Montes: liderazgo en ascenso constante
- 21 [Dra. Lucía Alejandra Herrera Lozano](#): liderazgo transformador, enfoque innovador, compromiso con la sostenibilidad hídrica y el desarrollo social
- 22 [Mtro. Carlos Manuel Villar Bedian](#): liderazgo con alta responsabilidad
- 23 [Ing. Reynaldo Evaristo Díaz Hernández](#): liderazgo con calidez humana y rigor técnico

Dossier académico:

- 25 [Agua subterránea y derecho humano al agua](#): vulnerabilidad y política hídrica en el contexto urbano, María Lina Fuentes Galván
- 29 [Huracanes, inundaciones y vulnerabilidad](#), Alma Patricia García Flores

34 Agenda nacional e internacional

Espacio universitario:

- 36 Premios nacionales y reconocimientos para nuestros Capítulos Estudiantiles

Editorial



Transitamos hacia la recta final de este año marcado por la intensificación de las tensiones geopolíticas y económicas, un escenario en el cual la garantía sobre el control de los recursos nacionales, en particular el agua, constituye una prioridad estratégica ineludible. Si bien México cuenta con un marco normativo que consagra el derecho humano al agua, respaldado por diversas instituciones y programas, la realidad evidencia que el gran desafío consiste en materializar en el territorio los mandatos de la ley para asegurar el suministro en cada rincón del país. Asimismo, la actual temporada de huracanes y ciclones nos recuerda la dualidad de la naturaleza —fuerza y generosidad—, al tiempo que pone a prueba la capacidad de respuesta y mitigación de nuestra infraestructura frente a eventos meteorológicos extremos.

Ante este complejo panorama, nuestra AMH mantiene una labor incesante. En la sección **Noticias AMH**, damos cuenta de la trascendental firma de la Carta de Intención para integrar el Consejo de Consulta del Agua de la Ciudad de México —una iniciativa firmemente respaldada por nuestra asociación—, además de destacar las encomiables actividades que desempeñan nuestras secciones regionales como Sinaloa y Querétaro.

En **Contextos**, el Dr. Manuel Becerra Lizardi nos convoca a reflexionar sobre la soberanía y la seguridad hídrica a partir del análisis de la zona costa de Baja California. En paralelo, el Mtro. José Eduardo Mestre Rodríguez examina la asequibilidad y la viabilidad financiera del recurso en el ámbito nacional, y nos exhorta a repensar los esquemas tarifarios y el financiamiento de la infraestructura. Para cerrar esta sección, el especialista Arturo Jiménez Ramón detalla el proceso de descentralización del sector hídrico, un fenómeno que exigió a los operadores locales articular la ingeniería con la evaluación financiera. Este proceso impulsó el surgimiento de una nueva generación de consultorías técnicas, indispensables para

cumplir con los estándares de la banca multilateral y modernizar la gestión local.

Las **Semblanzas** concluyen con la presentación de los integrantes de nuestro Consejo Directivo Nacional que ocupan las vocalías: la Mtra. Marina Salvador Montes, la Dra. Lucía Alejandra Herrera Lozano, el Mtro. Carlos Manuel Villar Bedian y el Ing. Reynaldo Evaristo Díaz Hernández, cuyas destacadas trayectorias consolidan estilos de liderazgo singulares.

Dos artículos de destacadas especialistas integran en esta ocasión el **Dossier académico**. La Dra. María Lina Fuentes Galván analiza el tema del agua subterránea y el derecho humano a este recurso en el ámbito urbano; asimismo valora su vulnerabilidad y diseño político. En la misma línea de vulnerabilidad, pero de índole climática, la Dra. Alma Patricia García Flores profundiza en los efectos adversos y los beneficios de los ciclones tropicales en el territorio nacional.

La **Agenda nacional e internacional** reúne eventos y cursos de cierre anual. Por supuesto, destaca nuestro próximo XXVIII Congreso Nacional e Internacional de Hidráulica que se realizará del 14 al 17 de octubre de 2026 en Guadalajara, Jalisco, al que están invitados cordialmente.

Para cerrar nuestro número, resaltamos la labor de nuestra juventud en **Espacio Universitario** al presentar las actividades de los Capítulos Estudiantiles de la Escuela de Ingeniería Mazatlán y de la FES Aragón.

Les extendemos una cordial invitación a recorrer este número de *Tlálloc AMH*, testimonio impreso del esfuerzo colectivo por mantener vivo el debate técnico y social sobre nuestro recurso máspreciado.

 **Comité Editorial**

AMH Sinaloa presente en la segunda edición de la Escuela del Agua

El presidente de la AMH Sección Sinaloa, Dr. Sergio Arturo Rentería Guevara, fue convocado con objeto de representar a nuestra asociación a la segunda edición de la Escuela del Agua, organizada por la Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable del estado de Sinaloa (SEBIDES).

El miércoles 17 de junio del año en curso, representantes de SEBIDES, CEAPAS, COFEPRIS, expositores del Tecnológico Nacional de México, personal técnico de los organismos operadores de Sinaloa y la directora de la Universidad Tecnológica de Culiacán, en cuyas instalaciones se realizó el evento, se reunieron para abordar tres ejes temáticos en ponencias y mesas de trabajo: eficiencia operativa, saneamiento e intercambio de experiencias.



Los integrantes del presidium fueron C.P. Juan Carlos Ruiz Sañudo representando al Ing. Abraham Bello Esquivel, vocal ejecutivo de la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa, CEAPAS; Ing. René Zambrano representando a la Lic. Beatriz Aguiar Monroy, Comisionada Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de Sinaloa, COEPRIS; Sergio A. Rentería Guevara, presidente de la AMH Sección Sinaloa; Ing. Jesús Alexis Lara Meza, director de uso sustentable del agua y la energía de SEBIDES; Dra. Ana Lucía Escobar Chávez, rectora de la Universidad Tecnológica de Culiacán.

La primera edición de esta iniciativa se llevó a cabo en junio de 2025 como un taller para capacitar a profesionales, servidores públicos y estudiantes del sector ambiental acerca de cómo optimizar la distribución del recurso hídrico frente a la creciente demanda y escasez. Por su parte, esta segunda edición, además, ha promovido, con mesas de discusión, el fortalecimiento institucional al convocar a tomadores de decisiones y personal operativo, con lo cual se favorece el intercambio de experiencias.

A través de su participación en estos espacios, la AMH Sección Sinaloa continúa sumándose al desarrollo técnico de la entidad en soluciones colectivas e innovadoras frente a los retos del agua y el saneamiento en la región.





ASOCIACIÓN
MEXICANA
DE
HIDRÁULICA



XXVIII Congreso
Nacional e Internacional
DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA
2026



Wellness Experience 2026

— Movimiento, bienestar y conexión —

WATER IN MOTION

Empieza tu sábado diferente



Sábado
17 de octubre



Cita:
7:30 a.m.



Colomos Parque
Agroecológico,
Zapopan



Gratis para
asistentes
al Congreso



Si no asistes
al Congreso:
\$300
cuota de recuperación



Power B



Yoga



Meditación



Limpieza
energética



Snacks &
networking

Una mañana para moverte, respirar y reconectar.



Cupo limitado



No necesitas
experiencia previa



Ideal para asistentes
y acompañantes



Habrán regalitos
de marcas aliadas

Reserva tu lugar



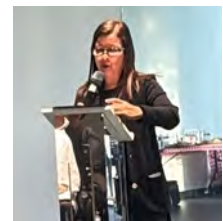
comite.organizador@congresoamh.com.mx

Asume el Ing. Martín Alberto Rodríguez Ventura la presidencia del IV Consejo Directivo de la AMH Sección Querétaro

El pasado 23 de julio se llevó a cabo la Asamblea General Ordinaria de la AMH, Sección Regional Querétaro, un evento trascendental para la vida gremial de la Asociación de esa entidad porque se renovó la dirigencia y se presentaron los resultados de la administración saliente.



Durante la sesión, se rindió el informe final de actividades del III Consejo Directivo. Los miembros expresaron su reconocimiento, agradecimiento y felicitación a la presidenta saliente, la M.C. María Alejandrina Leticia Montes León, así como a todos los integrantes de su equipo de trabajo por el compromiso, liderazgo y los logros alcanzados.



En el mismo acto protocolario, el Consejo Electoral hizo entrega oficial de los resultados del proceso de elección para validar la conformación del IV Consejo Directivo, el cual asumió formalmente funciones y será presidido por el Ing. Martín Alberto Rodríguez Ventura.

El nuevo comité directivo quedó integrado por destacados profesionales del sector:

Presidente:

Ing. Martín Alberto Rodríguez Ventura

Vicepresidente:

Ing. Audel Torres Vallejo

Primer secretario:

Ing. Jorge Maruri Aguilar

Segundo secretario:

M.C. María Alejandrina Leticia Montes León

Tesorero:

M.A. Federico Javier Martínez Castro

Vocales:

Arq. Juana Valencia Venegas
Geo. Paola Ramírez Hernández
Ing. Sergio Villagómez Zárate
Dr. Enrique González Sosa



La ceremonia contó con la distinguida presencia de la Ing. Lorena Margarita Limón González, presidente del Consejo Directivo Nacional de la AMH, así como de diversas autoridades y personalidades del ámbito político y técnico, quienes atestiguaron este relevo institucional.

La Asociación Mexicana de Hidráulica Sección Regional Querétaro manifiesta el orgullo por el trabajo gremial realizado y desea éxito al IV Consejo Directivo en esta nueva gestión.



Alianza por el agua en la capital: se firma Carta de Intención para integrar el Consejo de Consulta del Agua de la Ciudad de México

Lucía Alejandra Herrera Lozano

Para nuestra comunidad hídrica no es novedad que, en cada conversación, charla de café o reunión institucional, resalte el tema de la presión que vivimos en la gestión y distribución de los recursos hídricos. Una de las líneas que más se eleva en esas pláticas es la colaboración. Precisamente para materializar este marco, el pasado mes de junio instituciones públicas, academia y organismos técnicos dieron un paso clave hacia una gestión más colaborativa del recurso al firmar la Carta de Intención para la integración del Consejo de Consulta del Agua de la Ciudad de México.

El acto reunió a especialistas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) –a través de los Institutos de Ingeniería y el de Geografía–, el Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C., el Colegio de Arquitectos de la CDMX / Sociedad de Arquitectos Mexicanos, la Asociación Nacional de Entidades de Agua y Saneamiento de México, A.C. (ANEAS), y la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, delegación Ciudad de México. La Maestra Myriam Vilma Urzúa Venegas, titular de la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México, fungió como testigo de honor. Asimismo destacó la participación de la Asociación Mexicana de Hidráulica (AMH) y de la diputada de la III Legislatura del Congreso de la Ciudad de México, Mtra. Miriam Saldaña Cháirez, piezas clave en el fortalecimiento de la iniciativa.

El compromiso de la mayor metrópoli del país: la sustentabilidad del agua

La complejidad de lo que se vive en la Ciudad de México en materia de agua exige

algo más que propuestas aisladas; las verdaderas soluciones se construirán de la integración de todas las iniciativas. Por ello, la convergencia de disciplinas no es solo una figura retórica: debe ser real ante la necesidad. La ingeniería hidráulica, la planeación urbana, la economía ambiental, el derecho y gobernanza, así como las ciencias sociales tendrán la responsabilidad de realizar su aporte.

Una carta de intención concreta el compromiso y la voluntad política de participantes de toda índole. En este caso, la firma marca el inicio de una plataforma que busca reunir voces expertas y ciudadanas para contribuir a la toma de decisiones, generar diagnósticos integrales implementables, y proponer soluciones bajo los ejes de saneamiento y recuperación de ríos, infraestructura hidráulica sostenible, gestión integral del agua y resiliencia hídrica y sustentabilidad ambiental. Que la Ciudad de México sea sede y protagonista es congruente a la lectura, pues se trata de la mayor metrópoli de nuestro país, con grandes retos de sostenibilidad y futuro.



Integración, alianzas y disciplinas: un paso hacia la gobernanza colaborativa

La firma de este documento se suma a un conjunto más amplio de alianzas y convenios recientes entre instituciones públicas, academia y organizaciones técnicas, que reflejan un cambio de paradigma: el paso de modelos centralizados a esquemas de gobernanza colaborativa del agua.

Instituciones académicas como la UNAM y el IPN, junto con organismos técnicos y autoridades, aportan perspectivas complementarias que permiten analizar el problema de manera integral. Esta colaboración multidisciplinaria abre la puerta a soluciones más robustas, desde el diseño de infraestructura hasta la gestión de la demanda y la participación ciudadana.

Además de integrar actores de distintos sectores, la existencia de un órgano consultivo plural genera confianza en los procesos de decisión, abre espacios de participación informada y amplía la capacidad de incidir en la agenda pública. El agua deja de ser únicamente un asunto de especialistas para convertirse en una causa compartida.

Este consejo consultivo logrará identificar problemáticas específicas, desarrollar soluciones adaptadas a contextos locales, y replicar experiencias exitosas en otras entidades del país. Estas acciones no solo impactarán a la Ciudad de México, sino también servirán como referentes para modelos de gobernanza hídrica en otras zonas urbanas. Esta metrópoli, con su complejidad y escala, se convierte así en laboratorio de soluciones que podrían definir el rumbo de la gestión hídrica nacional.

La AMH: respaldo técnico y visión de largo plazo

Una de las herramientas más sólidas para enfrentar los retos presentes y futuros es la combinación de conocimiento técnico con participación institucional y social. Tenemos un compromiso como sociedad, con nuestros territorios, y la articulación de instituciones federales, locales y académicas de contribuir al fortalecimiento de la presencia territorial de las acciones en materia hídrica.

La AMH se ha consolidado como uno de los principales referentes técnicos en materia hídrica a nivel nacional. Su papel será crucial para aportar evidencia técnica en la discusión de políticas públicas, vincular a especialistas de distintas regiones del país, y difundir mejores prácticas en ingeniería hidráulica y gestión del agua.

60 años de trabajo en investigación, formación de profesionales y una voz fuerte para la difusión del conocimiento, respaldan la presencia de nuestra Asociación en este importante acto. Nuestra participación como gremio garantiza que las decisiones no solo respondan a urgencias políticas o sociales, sino también a criterios científicos y de sostenibilidad.



El Software Libre HTP es una herramienta de apoyo para elaborar proyectos hidráulicos de forma práctica, desde la generación de redes hasta el ajuste de criterios de diseño y la documentación técnica del proyecto.

TU PROYECTO EN 5 PASOS:

- 1. Generar redes:** El usuario genera una línea de conducción o distribución, configura los nodos y tramos, y deja definida la base del modelo hidráulico.
- 2. Alta de elementos hidráulicos:** Indicar las fuentes de abastecimiento y puntos de control.
- 3. Configurar el servicio:** Distribuir y asignar la demanda. Indicar los accesorios en la red y ajustar los parámetros hidráulicos.
- 4. Cálculo hidráulico:** El software calcula una propuesta.
- 5. Ajustes del sistema:** El Usuario realiza una revisión y ajusta la propuesta a los criterios de diseño de la región.



ACTUALIZACIÓN 2027

Distribución de demandas: Actualmente el software requiere de una demanda por cada nodo. El usuario antes realizaba de forma externa el procedimiento y los cálculos.

LA MEJORA: Permite que el usuario distribuya las demandas, elija el método y el procedimiento.

Perfil hidráulico: Se integra la herramienta de perfil hidráulico, permitiendo al usuario modificar niveles de tubería, elementos de control y nivel piezométrico.

Memoria de cálculo: Se complementa la memoria de cálculo con volumen de obra y catálogo de conceptos.

Detalles constructivos: Se amplía la biblioteca de detalles constructivos por tipo de tubería.

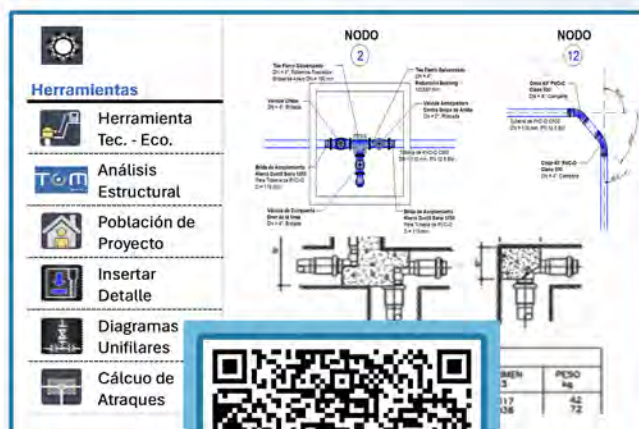
Análisis estructural: Permite al usuario verificar las condiciones mecánicas de la tubería enterrada.

Análisis técnico-económico: El usuario compara tres tipos de material de forma práctica mediante un formulario sencillo.

Diagramas unifilares: El usuario ahorrará un tiempo considerable en dibujo.

Cálculo de atraques: Permite que el usuario genere el dimensionamiento de los atraques.

El software HTP también puede dimensionar redes de alcantarillado sanitario, redes de alcantarillado pluvial, sistemas de regulación pluvial. Cuenta con más de 6000 usuarios del sector. Únete a la comunidad de capacitación.



SOLICITA TU LICENCIA SIN COSTO AL 222 356 4662

Construyendo resiliencia hídrica para Tijuana, Rosarito y Ensenada:

desalación, reúso y gestión integral como ruta de largo plazo

Manuel Becerra Lizardi

Introducción

Desde el enfoque tradicional de la ingeniería hidráulica, los problemas del agua se entendían como retos puramente técnicos, en donde se priorizaba la captación, conducción, almacenamiento, bombeado o tratado sin considerar una visión mucho más amplia (social, económica y de gobernanza).

Tras más de 50 años trabajando en el sector hidráulico, he vivido una evolución muy clara. Al principio, nuestro trabajo principalmente se enfocaba en tender tuberías para ampliar la cobertura de modo que más gente tuviera agua; hoy, en cambio, nos enfrentamos a problemas profundos de sostenibilidad, escasez y eficiencia que exigen una verdadera gobernanza.

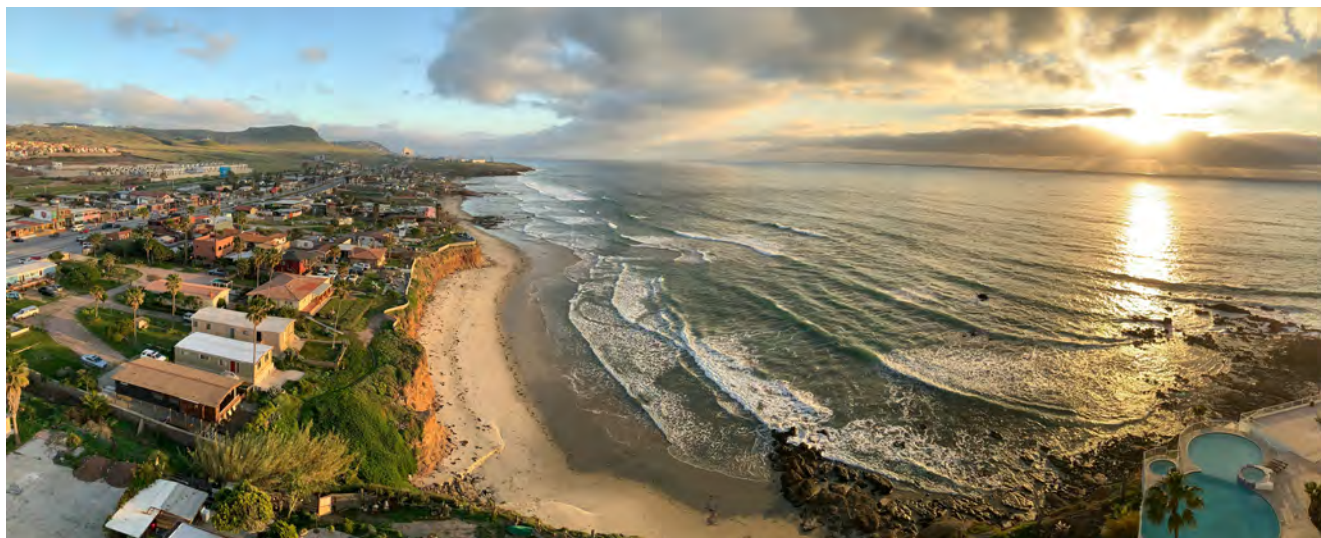
El agua no es solo un asunto de la naturaleza; es la prueba más dura de si las instituciones humanas tienen la capacidad de organizarse para sobrevivir y prosperar a largo plazo. Hoy en día, el desafío va mucho más allá de la disponibilidad del recurso: implica transformar cómo se gestiona, distribuye, reutiliza y financia, además de cómo se protege a las poblaciones frente a fenómenos hidrometeorológicos.

En suma, el reto deja de ser estrictamente técnico para convertirse en un eje estratégico de desarrollo económico, social, ambiental y de salud pública.

En este contexto, nuestro país cuenta con una oportunidad relevante: aprovechar su experiencia acumulada, su capacidad técnica y el respaldo de organismos internacionales para estructurar proyectos de alto impacto. Hoy, más que nunca, son necesarias visión de largo plazo, decisiones firmes y proyectos bien estructurados para garantizar la seguridad hídrica de generaciones futuras.

Superar este reto requiere dotar de solidez a los organismos operadores, brindar confianza jurídica y financiera a los inversionistas, y afianzar esquemas de trabajo conjunto entre el Estado y la iniciativa privada.

La urgencia de este nuevo enfoque se ejemplifica de manera muy clara en Baja California. En esta entidad, donde la presión sobre el recurso hídrico alcanzó un punto crítico, las acciones de mejora tradicional resultan insuficientes; es imperativo detonar proyectos de gran calado como la desalación, el reúso intensivo y la adopción de nuevos esquemas de gestión.



De opciones a soluciones: la situación hídrica en la ZCBC

Las vulnerabilidades de Baja California ilustran con crudeza la condición estructural compleja descrita en la introducción. La entidad depende de una sola fuente externa cuyo caudal no puede crecer y amenaza con reducirse, una expansión urbana creciente y la vulnerabilidad de sequías severas en el Río Colorado. Este escenario límite exige replantear por completo la estrategia hídrica del estado.

En el contexto de la entidad, los mayores impactos se concentran en la Zona Costa: en Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito —un corredor industrial y urbano que alberga a más de 2.5 millones de habitantes—. Esta región carece de ríos o mantos acuíferos locales y depende en más de un 95% de una sola línea de conducción que bombea el agua a más de 100 kilómetros de distancia y cruza la sierra. Esta altísima vulnerabilidad pone en riesgo permanente el desarrollo económico de la frontera norte y hace que la desalación de agua de mar deje de ser una opción para convertirse en una necesidad inaplazable.

El proyecto estratégico: desalación en Playas de Rosarito

El proyecto de desalación en el municipio de Playas de Rosarito constituye una intervención estructural de largo plazo para la Zona Costa. Su valor no radica únicamente en diversificar las fuentes de abastecimiento, sino en fortalecer la resiliencia del sistema hídrico frente a escenarios de cambio climático, reducción de asignaciones y posibles fallas en las fuentes actuales. Sin embargo, la desalación es solo una pieza dentro de un engranaje mayor: su impacto real depende de integrarla con el reúso potable indirecto —para recuperar volúmenes que hoy se descargan al mar— y con una gestión modernizada capaz de rescatar caudales ya disponibles dentro del propio sistema. Solo bajo esta visión articulada puede consolidarse una ruta de largo plazo para Tijuana, Rosarito y Ensenada.

Es importante recordar que el proyecto de la desaladora de Rosarito no es nuevo ni se debe a una ocurrencia actual. El Acta 319 de la Co-

misión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos (CILA) abrió formalmente la puerta para que México y Estados Unidos analizaran y desarrollaran proyectos de desalación como parte de la estrategia binacional para enfrentar la escasez en la cuenca del Río Colorado.

¿Qué estableció el Acta 319? Compartir reducciones por sequía, permitir a México almacenar agua en el Lago Mead, realizar proyectos de conservación de agua, llevar a cabo la restauración ambiental del delta del Río Colorado y analizar nuevas fuentes de abastecimiento para la región. El Acta representó un parteaguas en la gestión binacional del Río Colorado porque, además de establecer mecanismos de cooperación frente a la sequía, abrió la puerta al análisis de nuevas fuentes de abastecimiento, incluyendo proyectos de desalación en la región Tijuana-San Diego. Como resultado de estos trabajos, se identificó a Playas de Rosarito como la ubicación técnicamente más favorable para una planta desaladora de gran escala.



La importancia de este documento para Rosarito se resume en dos razones principales:

- Demuestra que dicha desalación no es una ocurrencia reciente ni emblemática de la administración federal, estatal o de algún grupo.
- Forma parte de una visión regional con base en estudios desde hace más de 15 años dentro del marco de cooperación binacional para enfrentar la sequía y la crisis del Río Colorado.

Estrategia integral en la desalación en Playas de Rosario

La desalación no debe entenderse como un proyecto aislado, sino como parte de una estrategia integral de seguridad hídrica.

Viabilidad y justificación económica

El proyecto contempla una capacidad de aproximadamente 2200 L/s, equivalente a cerca de 190 000 m³ diarios. Los costos actuales del sistema ya son elevados debido al bombeo desde el Río Colorado:

Río Colorado: 25–30 \$/m³

*Desalación: 20–24 \$/m³

*Costos de operación de desalación para plantas de más de 2000 lps

La diferencia es marginal. La principal ventaja de la desalación es la certidumbre en el suministro. El costo real no es producir agua; es no tenerla.

El riesgo crítico: la operación

El principal riesgo del proyecto no radica en su construcción, sino en su operación. Una planta desaladora mal operada genera problemas financieros y técnicos, por el contrario, bien operada garantiza soberanía y seguridad hídrica. La experiencia actual en infraestructura hidráulica demuestra que la operación es el factor determinante del éxito.

Las condiciones para el éxito

Para asegurar resultados sostenibles, el proyecto debe:

- Ejecutarse con estándares técnicos internacionales.
- Integrarse con infraestructura complementaria.
- Rehabilitar y modernizar infraestructura existente.
- Fortalecer al organismo operador con enfoque en gestión integral.
- Implementar operación especializada con indicadores de desempeño.

El modelo recomendado (actual)

Permite equilibrar control institucional y eficiencia operativa.

- Inversión pública y control estratégico del Estado
- Operación especializada para asegurar la eficiencia técnica
- Supervisión técnica con indicadores claros (energía, costos, calidad)

Las consideraciones ambientales

La desalación implica la descarga de salmuera, cuyo impacto puede ser mitigado mediante:

- Diseño adecuado de emisores
- Difusión y dilución controlada en el medio marino
- Monitoreo ambiental continuo

La experiencia internacional respalda su viabilidad ambiental.

No obstante, el éxito de este tipo de proyecto depende de tres factores clave:

1. Ejecución con estándares de calidad. Asegurar que la obra se construya con los más altos estándares en todos sus componentes, con supervisión estricta y especializada.

2. Infraestructura complementaria. Desarrollar, de manera simultánea, la infraestructura necesaria para conducir el agua hacia Tijuana, Rosarito y Ensenada, así como invertir en la rehabilitación de infraestructura existente.

3. Fortalecimiento institucional. Consolidar al organismo operador para garantizar una operación eficiente y sostenible, al incorporar esquemas de operación especializada.

En la zona costa, particularmente Tijuana, Playas de Ro-

sarito y Ensenada, es indispensable incorporar nuevas fuentes sostenibles que reduzcan la vulnerabilidad del sistema. La desalación de agua de mar constituye una solución viable y probada a nivel internacional para:

- Diversificar fuentes de abastecimiento.
- Minimizar la dependencia de fuentes externas.
- Incrementar la resiliencia ante sequías.
- Integrar redundancia operativa ante fallas.
- Salvaguardar la continuidad del desarrollo urbano e industrial.

La desalación no compite con el reúso potable indirecto ni con la mejora de la gestión integral; son complementarias.

Conclusiones

La desalación en Baja California no es únicamente un proyecto de infraestructura; debe ser una política pública estratégica para garantizar la soberanía y la seguridad hídrica y el desarrollo regional de largo plazo. El proyecto de Rosarito es viable, necesario y urgente.

Lo que fortalecerá el control del Estado sobre un recurso estratégico será tomar la decisión de desarrollar el proyecto con inversión pública; sin embargo, le agrega un reto mayor: ase-

gurar eficiencia técnica, disciplina financiera y sostenibilidad operativa a lo largo de los siguientes 25 a 30 años. El verdadero reto radica en la gestión a largo plazo más allá de la fase constructiva. Por ello, la desalación no opera de forma aislada. La clave no es la construcción de la planta, sino operarla correctamente. Asimismo, debe integrarse la mejora de la gestión y el reúso potable indirecto, y no son alternativas excluyentes. Desde una perspectiva técnica, las únicas fuentes capaces de aportar volúmenes significativos, confiables y resistentes a las sequías para los próximos 50 años son:

- El acueducto Río Colorado-Tijuana (con mantenimiento y optimizado)
- Las aguas subterráneas y superficiales locales
- El agua de reúso potable indirecto maximizado
- Los caudales recuperados de pérdidas físicas y comerciales
- El agua de mar desalada

En suma, solo la gestión integral adecuada y la gobernanza harán posible todo lo anterior. Mi propuesta no se limita a construir una desaladora, sino a diseñar e implementar una estrategia integral de seguridad y soberanía hídrica para la zona costa de Baja California.

Acerca del autor

Manuel Becerra Lizardi es un referente técnico y estratégico en el desarrollo de infraestructura y la gestión del agua en México con una trayectoria de más de 50 años en el sector hidráulico. Actualmente es Director General de Ingeniería de Bombas y Controles, S.A. de C.V. Ha combinado la práctica empresarial con el liderazgo gremial y la academia. Fue vicepresidente nacional de infraestructura hidráulica de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), organismo en el que lleva afiliado más de 30 años. Ha dedicado más de cuatro décadas a la docencia en el Instituto Tecnológico de Tijuana. Su compromiso con el sector se refleja en su activa participación en asociaciones nacionales e internacionales. Es miembro del Consejo Mundial del Agua, miembro vitalicio de la *American Water Works Association* (AWWA) y miembro vitalicio de la Asociación Mexicana de Hidráulica (AMH).



Consultoría privada especializada como pilar indispensable para materializar la política hídrica nacional

Arturo Jiménez Ramón

Introducción: descentralización del sector hídrico

En México, la gestión hídrica experimentó una transformación crítica con la reforma de 1983 al artículo 115 constitucional, en la que se asignó a los municipios la responsabilidad directa de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. La consecuente descentralización evidenció las profundas deficiencias técnicas, institucionales y financieras en los gobiernos locales para operar los sistemas de manera eficiente. Ante este escenario, en 1989 se creó la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) como la máxima autoridad federal en esta materia.

Para ordenar el sector y canalizar recursos hacia la infraestructura, el Estado mexicano, en coordinación con el Banco Mundial (BM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), diseñó e implementó programas federales clave como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Programas clave para el desarrollo y eficiencia del sector hídrico (1975–2004).

Nombre	Creación	Propósito
Fondo de Inversiones Financieras para Agua Potable y Alcantarillado (FI-FAPA)	Creado en 1975 bajo BANOBRAS con fondos del BID y BM.	Transferir responsabilidades financieras a las administraciones locales y promover su autosuficiencia a través de tarifas y la contratación de créditos.
Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU)	Lanzado en 1989 bajo el marco del PRONASOL.	Introducir un enfoque de mercado para tasar el agua según su valor económico real. Establecer la obligatoriedad de elaborar planes maestros municipales integrados por componentes de consolidación institucional, agua potable, alcantarillado y saneamiento.
Programas de Eficiencia Física y Comercial (PATME y PROME)	2005 y 2010 con el Banco Mundial.	Financiar la modernización comercial (padrones de usuarios y facturación), la reducción de pérdidas físicas y la eficiencia energética.
Manejo Integrado de Recursos Hídricos (GIRH)	Proyectos piloto en 2000 y adopción en la ley en 2004.	Mitigar la sobreexplotación de fuentes gestionando el agua a nivel de cuenca. Promover planes de modernización de riego para tecnificar la infraestructura, evitar el desperdicio volumétrico y liberar caudales para el consumo urbano.

Planeación, Sistemas y Control (PSC): contribución a la gestión hídrica

Mientras que en las décadas previas los grandes proyectos de infraestructura hidráulica eran diseñados exclusivamente por las áreas gubernamentales, la descentralización y la aportación de fondos internacionales a mediados

de los años ochenta impulsaron el surgimiento de una nueva generación de consultorías privadas especializadas, cuya intervención técnica se volvió indispensable para cumplir con los estándares de la banca multilateral y modernizar la gestión local. Una de estas consultoras fue Planeación, Sistemas y Control (PSC) que colaboró en la conceptualización del progra-

ma APAZU e integró los primeros paquetes de inversión piloto presentados al Banco Mundial y al BID. Con más de 40 años de operaciones, los estudios de ingeniería y evaluaciones financieras de PSC han soportado el desembolso de líneas de crédito superiores a los 2730 millones de dólares ante bancos de desarrollo internacional. Entre sus participaciones más significativas destacan las siguientes.

- **Proyectos multilaterales históricos.** Estructura del análisis financiero del Proyecto de Saneamiento del Valle de México (1993-1997), el Programa de Infraestructura Hidráulica de Baja California, y el Estudio de Factibilidad Binacional de la Conducción de Agua del Río Colorado a la Región Tijuana-San Diego (2000-2001). Bajo el programa PATME, elaboró en 2003 los diagnósticos simplificados para Puerto Vallarta, Comala y Navolato.

- **Proyectos de la última década (2011-2026).** En años recientes ha participado en la elaboración de proyectos ejecutivos para la construcción del acueducto del sistema de agua potable de Coatzacoalcos, el estudio de sectorización del sistema de agua potable de la ciudad de Oaxaca, la actualización del proyecto ejecutivo para la sustitución de la obra de toma de agua potable Papagayo II del sistema de agua potable a la ciudad de Acapulco, Guerrero, así como el Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral de la Zona Metropolitana (ZM) de la Ciudad de Monterrey, el Proyecto Ejecutivo de la Presa Libertad y la supervisión de acciones complementarias de la construcción de la Presa Libertad, para Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey. La empresa ha desarrollado los estudios de preinversión para el control de inundaciones en el Río Santa Catarina y el Arroyo El Obispo en Nuevo León (2023). Asimismo, participó en el diseño de las propuestas de reingeniería conceptual para adecuar 22 plantas de tratamiento de aguas residuales en Nuevo León a los límites de descarga de la

NOM-001-SEMARNAT-2021. Participó como experto técnico en la factibilidad de la Presa Santa María en Sinaloa (2024), y evaluó el proyecto “Agua Saludable para La Laguna” (2020-2021) para garantizar el abasto metropolitano entre Durango y Coahuila. Adicionalmente ha llevado a cabo más de 450 estudios en localidades de 50 mil hasta 20 millones de habitantes, como es la ZM de la CDMX.

Diseño de modelos y herramientas computacionales propios

Para optimizar sistemas hídricos, la firma generó, desarrolló y adaptó soluciones computacionales como:

- **Modelo Howard.** Diseñado con definición de políticas de operación en presas, que permitirían mejorar el aprovechamiento de las aguas superficiales en primera instancia y posteriormente incorporando el manejo de acuíferos. Utiliza el principio de optimalidad de Bellman el cual “es una regla de la programación dinámica que establece que una política o camino óptimo tiene la propiedad de que, sin importar el estado inicial y la decisión inicial, las decisiones restantes deben constituir una política óptima con respecto al estado resultante de la primera decisión”. Se empleó en el manejo de la Cuenca del Bravo en la Comisión del Plan Nacional Hidráulico, y posteriormente se aplicó para las presas que abastecían de agua las ZM de Guadalajara y Monterrey.

- **Modelo de asignación de agua (MAS).** Mediante esquemas de distribución que se repetían con patrones “viendo al futuro” se generó como un modelo de redes que simula el comportamiento de las fuentes de abasto a las ciudades, aplicado a las ciudades de Monterrey, Guadalajara, Tijuana, y parcialmente en la Ciudad de México, para obtener los gastos que debe suministrar con cada fuente en cada período del año.

Acerca del autor

Fundada en abril de 1985, **Planeación, Sistemas y Control, S.A. de C.V.** (PSC) es una consultora mexicana especializada en ingeniería civil, hidráulica, planeación y evaluaciones financieras y socioeconómicas. Con oficinas en la Ciudad de México y sedes operativas en Guadalajara, Monterrey, Tijuana y Aguascalientes, entre otras, basa el diseño de sus proyectos en técnicas de modelación matemática compleja como la programación lineal, teoría de redes y estadística multivariable.



PLANEACIÓN, SISTEMAS
Y CONTROL, S.A. DE C.V.

Página web: www.pscmex.com

Asequibilidad y viabilidad financiera del agua:

el reto del financiamiento para garantizar un derecho humano

José Eduardo Mestre Rodríguez

Resumen

El acceso al agua es un derecho humano reconocido en la Constitución mexicana; sin embargo, garantizarlo exige sistemas financieramente viables. Este artículo distingue asequibilidad de gratuidad y sostiene que la sostenibilidad financiera es condición, no un obstáculo, en el ejercicio de ese derecho. A partir de una revisión del marco jurídico y del análisis de un caso —el acueducto Chapala-Guadalajara y la planta potabilizadora Miravalle—, mediante un modelo de precio nivelado, se muestra que el esquema con que se financia la inversión (CAPEX) determina la asequibilidad de la tarifa y el endeudamiento del organismo operador. Se concluye con recomendaciones para conciliar equidad, viabilidad y gobernanza.



ello se suma que: (i) las pérdidas en las redes urbanas, aunadas a usos irregulares y a deficiencia en la cobranza del agua suministrada, representan cerca del 40 % del agua que se inyecta a las redes, y (ii) persiste una profunda brecha de inversión. Discutir modelos de financiamiento no es un tecnicismo contable; es la condición para que el derecho al agua se vuelva un servicio.

Introducción

Desde la reforma al artículo 4º constitucional publicada el 8 de febrero de 2012, el acceso al agua y al saneamiento es un derecho humano en México, en línea con la observación general núm. 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de la ONU (Comité DESC, 2002; DOF, 2012). El reconocimiento del derecho no resuelve la pregunta operativa: ¿cómo se financian los sistemas que lo hacen efectivo?

México dispone de una oferta renovable cercana a 3940 m³ por habitante al año, pero con una distribución muy desigual: el norte y el centro concentran cerca del 77 % de la población y apenas un tercio del agua, mientras que el sur-sureste dispone de más de dos tercios del recurso (FAO, 2024; Conagua, 2023). A

Asequibilidad no es gratuidad

Garantizar un derecho no equivale a proveerlo gratuitamente. El agua, al igual que la salud y la educación, es un derecho que requiere presupuestos, personal e infraestructura que alguien debe financiar. La asequibilidad (que el servicio esté al alcance de las familias de menores ingresos) es un principio del derecho humano al agua; la gratuidad universal, en cambio, suele traducirse en subfinanciamiento, deterioro de la infraestructura y en peor servicio para quienes menos tienen. La sostenibilidad financiera no se opone al dere-

cho: es su condición (OCDE, 2010). Por tanto, el diseño tarifario debe combinar precios que recuperen los costos de operación y reposición con subsidios focalizados, no generalizados.

El contexto mexicano y la heterogeneidad de los organismos operadores

La prestación del servicio en México descansa en más de 2400 organismos operadores, en su mayoría municipales, con capacidades técnicas, financieras y de gobernanza muy dispares (INEGI, 2019; ANEAS, s.f.). Esta heterogeneidad configura un mosaico de gestión que fragmenta la viabilidad financiera y la equidad: un mismo derecho ciudadano se traduce en tarifas, coberturas y calidades distintas según el municipio. Los organismos más sólidos miden, reducen pérdidas y recuperan costos; los más débiles dependen de transferencias y posponen el mantenimiento.

Un síntoma crítico son las tarifas bajas que no alcanzan a cubrir los costos de inversión, operación y mantenimiento, así como las carteras vencidas: la acumulación de adeudos —de usuarios domésticos, industriales y del sector público—, lesiona la prestación del servicio y deteriora las condiciones para obtener financiamiento de la banca y de inversionistas privados, que exigen flujos de cobranza predecibles. A ello se suman la rotación política de los cuadros directivos, los equipos humanos

insuficientes en número y capacidades, la lentitud en la adopción de los avances tecnológicos (sensores, internet de las cosas, aprendizaje automático de equipos con la práctica y la inteligencia artificial). También repercute la fragilidad de los sistemas nacionales de información hídrica y de servicios de agua, que elevan el riesgo de gobernanza. Homologar y profesionalizar a los operadores es tan importante como construir nueva obra.

Modelos de financiamiento: quién paga la inversión define la tarifa

El capital de inversión (CAPEX) de la infraestructura hídrica puede financiarse por varias vías: recursos fiscales o subsidio público; deuda o crédito recuperado vía tarifa; participación privada; fondos multilaterales y financiamiento climático o “verde”; o capital filantrópico a fondo perdido. La elección no es neutra; define quién paga la inversión y cuánto paga el usuario. Un modelo de precio nivelado —que reparte el valor presente de la inversión y la operación entre el agua facturada— permite comparar estas vías (Mestre, 2026).

El proyecto de inversión que comprende al acueducto Chapala-Guadalajara y la planta potabilizadora Miravalle lo ilustran: asegurar 7.5 m³/s para la Zona Metropolitana de Guadalajara exige unos 960 millones de dólares ($\approx$ 16 771 millones de pesos). El desempeño operativo es el mismo; lo que cambia es cómo

se financia el CAPEX y la tarifa de equilibrio resultante (véase Tabla 1). Financiada con crédito, la inversión se traslada al usuario y la tarifa de equilibrio se ubica en torno a 35.92 pesos por metro cúbico facturado. Aportada a fondo perdido —vía recursos fiscales o por capital filantrópico, sin cargo al erario ni deuda del organismo—, la tarifa desciende a alrededor de 19.76 pesos, por debajo del costo actual de operar el sistema. La diferencia no proviene de la ingeniería, sino de la estructura financiera.



Tabla 1. Tarifa de equilibrio del sistema Chapala–Guadalajara / Miravalle según el esquema de financiamiento del CAPEX

Criterio	CAPEX con crédito	CAPEX a fondo perdido
Tarifa de equilibrio (MXN/m³ facturado)	35.92	19.76
Frente al costo actual de operar (\$21.50)	+67%	-8%
¿Quién paga la inversión?	El usuario, (vía tarifa/deuda)	Recursos fiscales o capital filantrópico
Efecto en el pasivo del organismo operador	Incrementa	Neutro
Asequibilidad para el usuario	Baja	Alta

Fuente: elaboración propia basada en el modelo financiero de precio nivelado del autor (Mestre, 2026).
Cifras preliminares, sujetas a validación con datos oficiales del organismo operador.

Un tercer camino ampliamente conocido es el financiamiento público: recursos fiscales federales de la Conagua o del Ramo 33 del Presupuesto de Egresos de la Federación, o bien, crédito de la banca de desarrollo mediante Banobras (Banobras, s.f.). En estos casos el CAPEX no se traslada íntegramente a la tarifa - que suele quedar por debajo de la del crédito comercial-, sino que el costo se cubre con impuestos generales o con deuda pública. De tal forma que la asequibilidad se obtiene a cambio de un costo fiscal que conviene hacer explícito y sopesar frente a otras prioridades.

Son temas de profunda discusión puesto que en las condiciones actuales esta modalidad solo es capaz de favorecer a algunos sistemas de suministro. El proyecto hidroambiental y de economía circular de Aguascalientes ilustra una palanca complementaria: estructurar la inversión para que el ahorro en derechos por descarga y los ingresos por reúso sostengan su viabilidad. En todos los casos, reducir las pérdidas físicas y comerciales es la primera “fuente” de agua y de finanzas.



Conclusiones y recomendaciones

El agua es un derecho humano cuya garantía exige sistemas financieramente viables. Asequibilidad y sostenibilidad no se contraponen sino son dos caras del mismo objetivo. Del análisis anterior se desprenden cinco recomendaciones:

1. Distinguir asequibilidad de gratuidad: tarifas que recuperen los costos de operación y reposición, con subsidios focalizados.

2. Elegir para el CAPEX el esquema que no traslade deuda al usuario cuando exista esta posibilidad (fondo perdido, fondos multilaterales o financiamiento verde).

3. Profesionalizar y homologar a los organismos operadores, con gobernanza estable, medición e información pública, para abaratar el financiamiento.

4. Priorizar la reducción de pérdidas, la inversión de mayor rentabilidad social y financiera.

5. Aprovechar la economía circular (reúso, energía, nutrientes y cumplimiento regulatorio como fuente de ingresos y de viabilidad).

Conciliar el derecho con la viabilidad financiera es una decisión de política pública. México tiene la técnica y el talento; se requiere voluntad, coordinación y fuentes de inversión innovadoras.

Referencias

Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México. (s.f.). *Organismos operadores*. ANEAS. <https://www.aneas.com.mx/organismos-operadores/>

Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos. (s.f.). *Financiamiento para proyectos de agua potable y saneamiento*. Banobras.

Comisión Nacional del Agua. (2023). *Estadísticas del agua en México*. Conagua.

Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. (2002). *Observación general núm. 15: El derecho al agua (E/C.12/2002/11)*. Organización de las Naciones Unidas.

Diario Oficial de la Federación. (2012, 8 de febrero). *Decreto por el que se reforma el artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [derecho humano al agua y al saneamiento]*. DOF.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). *Panorama censal de los organismos operadores de agua en México*. INEGI.

Mestre, J. E. (2026). *Modelo de precio nivelado del sistema Chapala-Guadalajara y la planta potabilizadora Miravalle* [Documento de trabajo]. *The International Water Foundation*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *AQUASTAT: base de datos mundial sobre el agua*. FAO.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2010). *Pricing water resources and water and sanitation services*. OECD Publishing.

Acerca del autor

José Eduardo Mestre Rodríguez es ingeniero civil por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cuenta con maestrías en instituciones de EU, posgrados en Reino Unido y de doctorado en España. Es especialista en gestión de recursos hídricos con una trayectoria de más de 40 años. Fue presidente del Consejo Directivo de la AMH de 1987 a 1989 y forma parte de la Junta de Honor. Actualmente se desempeña como *Senior Chief Advisor* en *The International Water Foundation*.



Mtra. Marina Salvador Montes: liderazgo en ascenso constante

La maestra en Construcción Marina Salvador Montes nació en Chiau- cingo, Cualác, en el estado de Guerrero. En su entidad natal estudió la licenciatura en ingeniería civil en la Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), institución por la cual obtuvo su grado de maestría en Construcción.

Su trayectoria destaca por una notable lealtad y consistencia institu- cional. Desde que egresó de la universidad en 2006, se incorporó a la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero (CAPASEG), consolidando una carrera de servicio que abar- ca dos décadas. Inició como residente de obra, encargada de vigilar el cumplimiento normativo en programas federales como el APAZU. Gra- cias a su compromiso y dominio técnico, ascendió de manera escalo- nada a puestos de mayor responsabilidad: Jefa del Departamento de Atención a Zonas Urbanas (2011), Subdirectora de Programas Normales (2014) y Subdirectora de Costos, Control de Información y Calidad en Obras (2019). Desde 2022, aporta su experiencia al Órgano Interno de Control de la misma dependencia, donde supervisa la correcta aplica- ción de las normativas y leyes vigentes.

Comprometida con la excelencia profesional, se ha mantenido en ac- tualización permanente en temas como diseño estructural, análisis de precios unitarios, normatividad de obra pública, eficiencia energética y gestión de plantas de tratamiento de aguas residuales.

En 2022 inicia su trayectoria gremial en la AMH al ocupar el cargo de presidenta del V Consejo Directivo Regional Sección Guerrero 2022- 2024. Entre sus logros se cuentan la instauración del Premio Estatal de Hidráulica "Cristóbal Miguel García Jaimes", un galardón bautizado en honor al físico guerrerense, máxima figura de la ciencia moderna en el estado, para inspirar el talento y la excelencia científica de los jóvenes ingenieros hidráulicos de la región. Otro logro fue la vinculación con los presidentes municipales de su entidad para capacitar a los profesiona- les encargados de sus organismos operadores o juntas locales.

Su sentido de responsabilidad colectiva y vocación social es eviden- te en su trabajo voluntario, como su participación con un equipo para generar el recurso para la construcción de dos salones para la escuela secundaria general "Otilio Montaña Sánchez", ubicada en Chilpancingo, Guerrero.

En 2015 se enteró de la existencia de la AMH a través del Ing. Arturo Jesús Palma Carro, entonces Director General de la Comisión de Agua Pota- ble, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero (CAPASEG). Para la maestra Salvador Montes, formar parte del Consejo Directivo Nacional de la AMH como vocal representa compromiso, responsabi- lidad y servicio, para el seguimiento y atención del proceso de premios y reconocimientos nacionales mediante el apoyo de los presidentes de las secciones regionales del país.



Dra. Lucía Alejandra Herrera Lozano: liderazgo transformador, enfoque innovador, compromiso con la sostenibilidad hídrica y el desarrollo social

La doctora Lucía Alejandra Herrera Lozano es ingeniera en hidráulica y maestra en la misma materia por la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde obtuvo sus grados con distinción académica. Recibió el doctorado *honoris causa* en reconocimiento a la excelencia profesional y destacado liderazgo en favor de la sociedad mexicana por el Claustro Doctoral *Honoris Causa México*.

Profesionalmente destaca por una sólida y amplia experiencia en el sector hídrico de México, abarcando la investigación, la gestión pública en los ámbitos federal, estatal y municipal, así como el liderazgo en organismos operadores y centros académicos de prestigio. Inició su carrera como investigador-modelador en el Centro de Investigaciones del Agua de la Universidad Autónoma de Querétaro y analista en la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro, para después consolidar su liderazgo técnico y directivo en instituciones clave como la Comisión Nacional del Agua (Conagua), el Tecnológico de Monterrey (Centro del Agua para América Latina y el Caribe) y la Asociación Nacional de Áreas Técnicas de Organismos Operadores de Agua y Saneamiento. Su capacidad de gestión estratégica la ha llevado a ocupar cargos de alta responsabilidad, como la Dirección de Proyectos y Construcción en San Miguel de Allende, la Subdirección de Proyectos Especiales e Innovación en el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, y la Coordinación de Planeación Hídrica en Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, donde lideró iniciativas pioneras como implementación de inteligencia artificial para eficiencia hídrica, reúso de agua tratada en zonas agrícolas y urbanas, exploración de acuíferos profundos y recarga artificial, migración al mercado eléctrico mayorista y desarrollo de plantas solares y de gas natural, así como el desarrollo de sistemas inteligentes para control de descargas contaminantes.

Actualmente, amplía su visión de liderazgo gerencial e industrial al desempeñarse como directora general de la Cámara de la Industria del Calzado del Estado de Guanajuato y de la Cámara Nacional de la Industria del Calzado.



Ha participado en más de 30 proyectos técnicos de alto impacto, incluyendo estudios hidrológicos, planes maestros, economía circular y certificaciones internacionales como AquaRating. Su trabajo ha sido publicado en revistas arbitradas y libros especializados entre los que destaca el capítulo *Forensic Hydrology* y artículos sobre análisis forense de inundaciones. Como docente y conferencista, ha impartido cátedra en el Tecnológico de Monterrey y ha sido ponente en congresos nacionales e internacionales. Ha coordinado eventos gremiales, como el Encuentro Nacional de Áreas Técnicas de Organismos Operadores de Agua.

Es miembro activo de la *American Water Works Association* y de la Asociación Mexicana de Hidráulica, donde ha ocupado cargos directivos regionales. Su liderazgo ha sido clave en la promoción de políticas públicas, alianzas estratégicas y fortalecimiento institucional en el sector hídrico.

Visionaria, empática y resiliente, la Dra. Herrera Lozano combina su formación técnica con una profunda vocación social. Su propósito es claro: transformar la calidad de vida de las personas a través de soluciones sostenibles, colaborativas e innovadoras en el manejo del agua.

Mtro. Carlos Manuel Villar Bedian: liderazgo con alta responsabilidad



El ingeniero Carlos Manuel Villar Bedian es egresado de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad del Valle de México. Cuenta con un posgrado en la especialidad de informática. Asimismo, ha cursado diplomados en Auditorías Ambientales por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y la PROFEPA, y en Seguridad, Salud y Protección Ambiental, por la Universidad Popular de la Chontalpa. Actualmente es candidato a Maestro en Gestión Ambiental por la Universidad Autónoma de Guadalajara, campus Tabasco. Asimismo, está acreditado como muestreador en las ramas de Residuos y Agua por la Entidad Mexicana de acreditación (EMA), aprobado por Profepa y Conagua. Ha tomado diversos cursos de planeación estratégica, manejo de residuos Peligrosos, políticas de Inspección y Vigilancia Industrial, de la Vida Silvestre, manejo de ANP, Resiliencia.



En el sector público ha desempeñado cargos de alta responsabilidad y toma de decisiones como secretario auxiliar de la Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental (SEDESPA), asesor técnico del Comité de Planeación Para el Desarrollo del Estado (COPLADET), secretario particular de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, subdelegado de Inspección y Vigilancia de la PROFEPA en Tabasco, y encargado de Despacho de la PROFEPA-Tabasco. A nivel federal ha aportado su experiencia como Director de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (Conanp-Semarnat).

En la iniciativa privada y la consultoría, ha participado en proyectos estratégicos como asesor y gestor ambiental, además de haber realizado estudios de impacto y riesgo ambiental. Fue supervisor de la auditoría ambiental a equipos de perforación de PEP, división sur; dio seguimiento al Programa Integral Contra Inundaciones (PICI), y asesoró el Plan Hídrico Integral de Tabasco (PHIT). También fue coordinador del grupo que obtuvo el registro ante la Unidad de Inversión de Hacienda del Relleno Sanitario para la ciudad de Comalcalco, Tabasco. Se desempeñó como consultor ambiental de la CONAGUA en el Proyecto Hidrológico para Proteger a la Población de Inundaciones y Aprovechar Mejor el Agua en el Estado de Tabasco (PROH-TAB), y elaboró el Diagnostico Estatal de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del estado de Tabasco.



En la parte normativa ha aportado su conocimiento y experiencia en la elaboración del reglamento de residuos y el de agua para la SEDESPA.

Su visión lo ha llevado a la actividad gremial al participar activamente en asociaciones clave. Fue presidente de Cámara Nacional de Empresas en Consultoría (CNEC), delegación Tabasco, tesorero y vicepresidente del Consejo Directivo, y presidente del VIII Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica A.C., Sección Regional Tabasco. Hoy día es socio vitalicio de la AMH y miembro de la Academia Mexicana de Impacto Ambiental A.C. (AMAIA).

Ing. Reynaldo Evaristo Díaz Hernández: liderazgo con calidez humana y rigor técnico

Originario de Toluca, Estado de México, el ingeniero Reynaldo encabeza una hermosa familia junto con su esposa, Adriana, y sus dos hijos, Alejandra y José Pablo. Fuera de las aulas, las oficinas, las visitas técnicas y los eventos, su gran pasión es la música; disfruta especialmente el jazz y el rock, siendo la emblemática banda R.E.M. su favorita indiscutible.

Estudió ingeniería civil en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) y concluyó los estudios del programa de maestría en Hidráulica por la Universidad Autónoma de Guadalajara. Cuenta con más de 30 años de experiencia en organismos públicos estatales y federales del sector agua que lo consolida como un especialista en la gestión de programas, orientado a la administración, ejecución y supervisión de proyectos de infraestructura hidráulica.

Sus inicios profesionales fueron a mediados de los años 1990, como residente de obra, durante la construcción de los colectores para las macroplantas Toluca Oriente y Toluca Norte. Posteriormente, participó durante trece años en la implementación, en el Estado de México, del Programa Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPyS), experiencia que le brindó la oportunidad de conocer el enfoque de participación comunitaria, como esquema para la sostenibilidad operativa de los servicios. Profesionalmente trascendió al ámbito federal al asumir el cargo de Director de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento del Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico de la Conagua, lo que significó para él y su familia migrar al estado de Jalisco, en donde radica desde hace trece años. Durante el periodo de servicio en la Conagua, colaboró en la ejecución de proyectos complejos de gran magnitud como Zapotillo y Purgatorio, destinados al aprovechamiento de las aguas del Río Verde.

Desde hace siete años labora en la Comisión Estatal del Agua de Jalisco (CEA), en donde se desempeñó como Director Técnico con funciones clave como la creación y fortalecimiento de organismos operadores de agua, la prestación de servicios de apoyo operativo a los municipios, la construcción de infraestructura de agua potable y alcantarillado, incluyendo la atención social de los beneficiarios.

Recientemente fue designado como Director de Nidos de Lluvia en la misma dependencia.

Su compromiso por la excelencia técnica lo ha llevado a mantenerse en constante actualización. Destaca especialmente su estancia por casi tres meses en cinco ciudades de Japón para cursar el entrenamiento "Prevención de Fugas de Agua Potable para Países Latinoamericanos", organizado por la Asociación de Acueductos y la Agencia de Cooperación Internacional de ese país (JICA). Acorde con su vocación de trabajo conjunto se incorporó al Colegio de Ingenieros Civiles de Jalisco (CICEJ), al Consejo Consultivo del Agua, Capítulo Jalisco y a la Asociación Mexicana de Hidráulica (AMH), Sección Regional Jalisco, de la cual es integrante activo desde 2017. Entre junio de 2023 y abril de 2025 fue presidente del XVI Consejo Directivo de esa sección y actualmente es vocal del Consejo Directivo Nacional de la Asociación.

Generosamente transmite su conocimiento como conferencista y panelista en diversos foros, congresos y simposios, invitado por la AMH y representando a las dependencias en las que ha laborado.



Tiáloc REVISTA DIGITAL
AMH



ASOCIACIÓN
MEXICANA DE
HIDRÁULICA

Su anuncio puede estar aquí.

Invierta en posicionamiento estratégico y mantenga la presencia de su empresa entre los actores del mercado hidráulico nacional.

- Cobertura nacional que garantiza visibilidad en todo el país
- Audiencia especializada, formada por profesionales y empresas del sector hidráulico
- Medio de referencia, reconocido por su rigor técnico y calidad editorial.
- Única revista especializada en este sector.



Agua subterránea y derecho humano al agua:

vulnerabilidad y política hídrica en el contexto urbano

María Lina Fuentes Galván

Introducción

El derecho humano al agua se incorporó en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), en el año 2012, y con ello se estableció el acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. En diciembre de 2025 fue publicada la Ley General de Aguas (LGA), reglamentaria de este artículo, en la que se establecen las bases, modalidades para el acceso, uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos; la interdependencia del derecho humano al agua con otros derechos humanos; la distribución de competencias y los casos de concurrencia entre la Federación, entidades federativas y municipios.

Sin embargo, la garantía efectiva de ese derecho humano se encuentra estrechamente vinculada con la disponibilidad y sustentabilidad de las fuentes de abastecimiento. En ese contexto, el agua subterránea adquiere particular relevancia. De acuerdo con el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2022), las aguas subterráneas constituyen la mitad del volumen de

agua extraída para uso doméstico por la población mundial, tanto rural como urbana. En México, el agua subterránea representa el 55% del volumen asignado para uso público urbano y poco más del 60% del uso doméstico.

Este artículo considera la información sobre el uso público urbano, destinado al abastecimiento de centros de población y asentamientos humanos a través de sistemas de abastecimiento municipales e intermunicipales, y las disposiciones establecidas en el artículo 115 de la CPEUM, sobre las responsabilidades de los municipios con respecto a los servicios de agua potable.

En aproximadamente 17 de los 32 estados del país, el agua subterránea representa entre el 60% y el 100% del uso público urbano. De esas entidades, algunas cuentan con poblaciones menores a un millón de habitantes, aunque la mayoría supera los 2 millones de habitantes. En ellas se desarrollan zonas geográficas en las que la extensión urbana rebasa los límites político-administrativos y con alta concentración de habitantes, las metrópolis; que además, revisten una relevancia en términos de productividad y economía



En las metrópolis, la demanda de agua se intensifica y las dinámicas relacionadas con el acceso al agua se tornan más complejas. El agua subterránea representa más del 60% del abastecimiento para la población en las zonas metropolitanas (ZM) de la Ciudad de México, Chihuahua, Puebla-Tlaxcala, metrópolis de Coahuila (como La Laguna, Saltillo, Monclova y Piedras Negras), y Estado de México. Resalta que este porcentaje supera el 90% en Aguascalientes y León.

Además, el agua subterránea se ha constituido como una fuente de abastecimiento “segura” o “confiable”, en situaciones críticas, como en 2022 y 2023 en Nuevo León, durante la emergencia por el desabasto de agua causada por sequía. El abastecimiento para la población del área metropolitana de Monterrey se sostuvo a través del agua subterránea, modificando las proporciones del origen del abastecimiento en condiciones ordinarias. Esta dependencia en el abastecimiento y la confiabilidad, entre otras características, posicionan al agua subterránea como un elemento estratégico para garantizar el derecho humano a este recurso.

Vulnerabilidad y política hídrica

En el contexto del cambio climático, la vulnerabilidad se refiere el grado en que un sistema es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos adversos de este, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos (IPCC, 2007). El concepto de vulnerabilidad de las aguas subterráneas se introdujo en los años

70 en Francia, a través de cartografía en la que se identificaban áreas sensibles a la contaminación del agua subterránea debido a contaminación superficial (Albinet y Margat, 1970).

Los primeros conceptos y métodos para establecer la vulnerabilidad del agua subterránea se centraron en el riesgo de su contaminación, en su calidad y cantidad. Actualmente, el abordaje de la vulnerabilidad hídrica además de los efectos del cambio climático; incorpora aspectos socioeconómicos e institucionales, entre ellos infraestructura o activos públicos, capacidades, entre otros. (Cardona et al., 2012). Estos estudios señalan que la vulnerabilidad y la exposición son dinámicas, que varían en escalas temporales y espaciales y dependen de factores económicos, sociales, geográficos, demográficos, culturales, institucionales, de gobernanza y ambientales. Asimismo, la falta de resiliencia y de capacidad para anticipar, afrontar y adaptarse a los extremos y al cambio, son factores causales de la vulnerabilidad.

Esta perspectiva resulta relevante en las zonas urbanas con elevada dependencia al agua subterránea. En estas zonas, los procesos de urbanización modifican apresuradamente las demandas por el uso del agua y suelo, de infraestructura y en capacidades institucionales. Por lo que, dentro de los factores para reducir la vulnerabilidad, la generación de capacidades resulta primordial, entre ellas las institucionales, vinculadas con políticas públicas.



Si consideramos los instrumentos en el marco de la gestión del agua subterránea (como las vedas, reservas o zonas reglamentadas), como parte de las capacidades institucionales, se identifica una brecha en la temporalidad de su implementación, que impacta en la vinculación y articulación de estos instrumentos con otros ordenamientos.

De las 147 zonas de veda establecidas, solo 2 fueron decretadas posteriormente a la publicación de la vigente Ley de Aguas Nacionales (1992). Asimismo, 4 reglamentos fueron emitidos de 1960 a 1992 y 3 declaratorias de reserva de aguas subterráneas para uso público urbano fueron emitidas entre 1988 a 1992. Por otra parte, los 8 acuerdos para suspender el libre alumbramiento en 333 acuíferos y 3 zonas reglamentadas, fueron emitidos en los años 2012 y 2013; mientras en 2021 una zona fue reglamentada.

En el Programa Nacional Hídrico 2026-2030, documento rector de la política hídrica del país, se presentan cinco objetivos, con sus estrategias y acciones consecuentes. Entre estos se encuentran la reducción de la vulnerabilidad de la población ante los efectos del cambio climático en el sector hídrico; el garantizar el acceso progresivo al derecho humano al agua; y el promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos. Las acciones relacionadas con el agua subterránea contemplan principalmente la calidad del recurso, el fortalecimiento en el monitoreo y el análisis de la calidad del líquido. Con respecto a la cantidad y disponibilidad para reducir la sobreexplotación, las acciones se centran en la actualización y el establecimiento de los instrumentos de gestión ya descritos (vedas, reservas o zonas reglamentadas); y la actualización de la disponibilidad media anual en las unidades de gestión. Dichas acciones concentradas en la estrategia del manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.

En la estrategia para garantizar el derecho humano al agua, las acciones se orientan hacia el desarrollo de infraestructura, financiamiento, desarrollo de proyectos, potabilización, tratamiento y reúso; el mejoramiento de la capacidad operativa, administrativa y financiera de las entidades prestadoras de los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento. Se

proponen acciones desde la operación para el mejoramiento de la eficiencia física.

Si bien el Programa plantea como estrategia el manejo integrado y sustentable de cuencas y acuíferos para la conservación del equilibrio hídrico, la protección de ecosistemas y garantizar su disponibilidad futura, no se identifican de manera explícita acciones orientadas a la conservación de los acuíferos, incluyendo los procesos que impactan en la disponibilidad del agua subterránea como la infiltración, recarga o acciones de medición y monitoreo del agua subterránea, la realización de estudios, u ordenamientos de protección de ecosistemas relacionados directamente con el agua subterránea.



Conclusiones y recomendaciones

El agua subterránea representa un factor estratégico para garantizar el derecho humano al agua, particularmente en áreas con alta concentración de población. La dependencia al agua subterránea, puede incrementar la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento, en especial, en áreas en las que no se cuenta con fuentes alternativas de abastecimiento, por tanto:

- La ruta para garantizar el derecho humano al agua requiere de una visión ecosistémica, que considere las fuentes de donde esta proviene y las condiciones que permiten mantener su disponibilidad. Desarticular el acceso al agua de su ciclo o procedencia, limita la generación de capacidades y la resiliencia de los sistemas de abastecimiento y de la población.
- El estudio de los acuíferos como unidad de gestión de las aguas subterráneas es primordial en la actualización de la disponibilidad y en la implementación de instrumentos de gestión.
- Si bien, en la LGA se consideran aspectos de prevención del deterioro, mejora y restauración de las aguas subterráneas, y la proposición de acciones para la recuperación de acuíferos, esto no se refleja explícitamente en las acciones propuestas en instrumentos de la política hídrica actual.
- Las leyes y ordenamientos estatales y municipales, sobre planeación, ordenamiento territorial, en el ámbito del agua y medio ambiente, representan una oportunidad para abordar el componente estratégico que es el agua subterránea y acuíferos, para propiciar su protección, conservación y gestión coordinada.

Referencias

- Albinet, M.; Margat, J. (1970). *Cartographie de la vulnérabilité à la pollution des nappes d'eau souterraine Orleans, France*. Bull BRGM 1970, 4, 13-22.
- Cardona, O.D., M.K. van Aalst, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R.S. Pulwarty, E.L.F. Schipper, and B.T. Sinh. (2012). *Determinants of risk: exposure and vulnerability*. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A *Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada 02 de 06 de 2026.
- IPCC (2007). Summary for Policymakers. En M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, & C. E. Hanson (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 7-22.
- Ley de Aguas Nacionales. (1 de diciembre de 1992). Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 24 de 03 de 2026.
- Ley General de Aguas. (11 de diciembre de 2015). Diario Oficial de la Federación.
- Naciones Unidas, (2022). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2022: Aguas subterráneas, Hacer visible el recurso invisible*. UNESCO.
- Programa Nacional Hídrico 2026-2030. (18 de mayo de 2026). Diario Oficial de la Federación.



Acerca de la autora

La **Dra. María Lina Fuentes Galván**, ingeniera hidráulica, maestra en Ciencias del Agua y doctora en Ciencias Ambientales, cuenta con una amplia trayectoria académica y profesional en el sector del agua, desempeñándose en el sector a nivel federal, estatal y municipal, impulsando alternativas de abastecimiento, así como en la planeación hídrica y gestión del agua. Ha sido distinguida con premios y reconocimientos por su actividad académica y profesional.

Huracanes, inundaciones y vulnerabilidad

Alma Patricia García Flores

Resumen

La ubicación geográfica de México puede considerarse privilegiada al contar con litorales en dos océanos. Desde el punto de vista económico, representa un beneficio la posibilidad de comercializar mediante la navegación con distintas regiones del mundo. En materia turística, las amplias zonas costeras con destinos paradisíacos atraen a visitantes locales y extranjeros. Por otra parte, el país está expuesto al embate de ciclones tropicales procedentes de las vertientes del Pacífico y del Atlántico, los cuales, en ocasiones, han resultado desastrosos, al ocasionar cuantiosas pérdidas humanas y materiales que exigen la asignación de recursos para que las poblaciones afectadas. Sin embargo, estos fenómenos meteorológicos también acarrear efectos benéficos. En este artículo se desarrolla el tema del efecto de los ciclones tropicales en México.

Introducción

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, en los últimos 50 años México ha sido impactado por 270 ciclones tropicales: 100 por el océano Atlántico y 170 por el Pacífico. Los estados que registran mayor incidencia son Baja California Sur, Veracruz, Sinaloa, Quintana Roo, Tamaulipas y Sonora. La temporada ciclónica en el país va de mayo a noviembre; septiembre concentra el mayor número de eventos, seguido por octubre (Fig. 1).

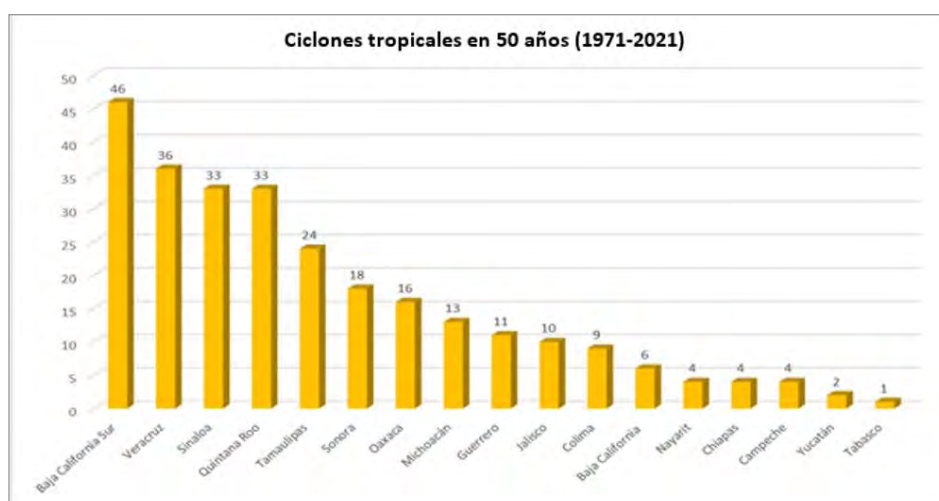


Figura 1. Impacto de ciclones tropicales por Estado. (SMN, 2021; Comunicado de Prensa)

El año 2020 destacó por alcanzar el mayor número de formaciones de las que hasta hoy se tiene registro, con 21 eventos por el océano Pacífico y 31 por el Atlántico. Fue una temporada ciclónica muy activa, de tal forma que en el mes de septiembre estaban 8 fenómenos activos. De acuerdo a la climatología, el número promedio de eventos por el océano Pacífico es de 15 y por el Atlántico es de 14 (Fig. 2).

Efectos adversos en México de los ciclones tropicales

Existen cuatro áreas generadoras de ciclones tropicales: el golfo de Tehuantepec, la Sonda de Campeche, el oriente del mar Caribe y el Atlántico. México se ubica en el área de influencia de todas ellas y, en consecuencia, la incidencia de impacto de estos fenómenos meteorológicos es alto. Las zonas costeras son las que resienten los mayores daños. La presencia de vientos fuer-

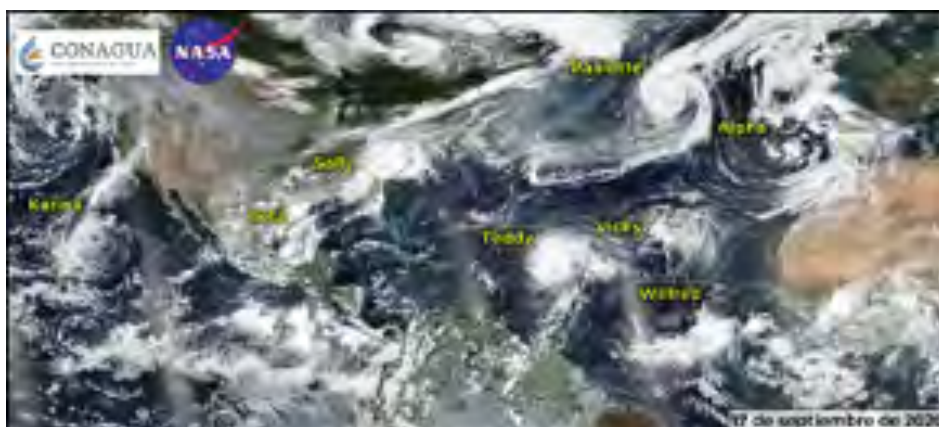


Figura 2. Ciclones tropicales activos en el mes de septiembre de 2020. (SMN, Resumen de la temporada de ciclones tropicales 2020)

tes, lluvias torrenciales y marejadas provocan inundaciones, desbordamiento de ríos y arroyos, destrucción de viviendas, caída de árboles y de postes de líneas eléctricas y de internet, deslaves en laderas, afectaciones a cultivos y deterioro en infraestructura carretera, entre otros. Cuando la trayectoria del ciclón tropical avanza tierra dentro, puede generar lluvias torrenciales con daños relativamente menores debido a la disminución de la velocidad del viento al chocar con zonas montañosas. En contraste, estos ciclones representan peligro en los océanos al afectar embarcaciones, tráfico aéreo e instalaciones petroleras.

La combinación de lluvia y vientos influyen en los efectos de un ciclón tropical. Un huracán podría generar menos afectación que una depresión o tormenta tropical, según el tiempo que el evento se mantenga en tierra. Si se desplaza lentamente, la lluvia permanece más tiempo en el mismo sitio y puede causar inundaciones. La intensidad de la lluvia es otro aspecto importante, ya que puede superar con creces la ocurrida por eventos no ciclónicos. Por ejemplo, la estación Observatorio de Acapulco registró una intensidad de 120 mm en una hora y un total de 411 mm en 13 horas durante el huracán Pauline en el año 1997.

El Servicio Meteorológico Nacional de la Conagua cuenta con un historial de los ciclones tropicales que han impactado al país en ambas vertientes desde 1997 a la fecha. De acuerdo con este registro, los huracanes Patricia (2015), Otis (2023), Gilberto (1988), Wilma (2005), Paulina (1997) y Stan (2005) han sido los más fuertes en cuanto a la intensidad de sus vientos. Destaca que Otis fue el primero en tocar tierra con categoría 5 en el Pacífico mexicano.



No obstante, esa relación no es directamente proporcional a los impactos económicos que generan daños y pérdidas. La Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana y el Cenapred, en un estudio sobre el impacto socioeconómico de los desastres elaborado en 2024, ubican al fenómeno meteorológico con un porcentaje de 83.6% en cuanto al costo por daños y pérdidas. Por el huracán Stan (2005) los costos en este rubro ascendieron a 21 082 millones de pesos; para los huracanes Karl y Matthew (2010), 24 680 millones de pesos; el huracán Alex (2010), 21 500 millones de pesos; huracán Odile (2014), 24 133.2 millones de pesos; y los huracanes Ingrid y Manuel (2013), 23 441 millones de pesos. Otis (2023) está catalogado como uno de los siniestros más costosos con una estimación de 51 000 millones de pesos. (Fig. 3)

Figura 3. Huracán Otis al alcanzar categoría 5. Imagen del satélite AWS S3 Explorer, el 25 de octubre de 2023.

Beneficio de los ciclones tropicales en el país

Los ciclones tropicales, a pesar de sus efectos adversos, también dejan beneficios al aportar lluvias en las regiones semiáridas lo que favorece la actividad agrícola. Las presas recuperan almacenamiento y mejoran las reservas para el uso con el que fueron construidas. Un ejemplo es el caso del huracán Gilberto que incrementó el almacenamiento de embalses del noreste del país, lo que garantizó en 1988 el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Monterrey.

En años recientes, el país se encontraba en una situación severa de sequía y la presencia de ciclones tropicales ayudó a mejorar esta condición de tal forma que, a la fecha, de acuerdo con el monitor de sequía en su corte al 30 de junio de 2026, se informa que el porcentaje de municipios con sequía respecto al total del país es de 1.3%. Por otra parte, propician la recarga de los acuíferos, como en el año de 2001 en Baja California Sur y Sonora debido al huracán Juliette. Los ríos mejoran su condición al generarse una limpieza debido al arrastre de sedimentos y basura. En cuanto a las condiciones marinas, se reduce la marea roja lo que provoca un enfriamiento del océano y se evita el blanqueamiento de los corales.

Observación de los ciclones tropicales

Como es poco probable contar con una estación meteorológica ubicada exactamente en el sitio donde se desarrolla o toca tierra un ciclón tropical, se utilizan los aviones cazahuracanes de la Fuerza Aérea de Estados Unidos para obtener mediciones en tiempo real (Fig. 4). En México es frecuente que, previo a la temporada de ciclones tropicales, se reciba la visita de una de estas naves en lugares de alta incidencia. Además, se cuenta con el apoyo de estos aviones para realizar vuelos de reconocimiento ante la presencia de un ciclón tropical que se considera un peligro para el país. Ello permite obtener datos de temperatura, humedad, presión y los vientos entre el nivel de vuelo y la superficie del océano, lo cual permite realizar un pronóstico más preciso de la trayectoria e intensidad del huracán y, por ende, determinar qué tan destructivo puede llegar a ser al tocar tierra.



Figura 4. El Hércules WC-130 es un poderoso cazahuracanes. Tiene una longitud de casi 30 metros (similar a la de una cancha de basquetbol) y alcanza velocidades mayores a los 600 km por hora.

Los ciclones desarrollados lejos de tierra son monitoreados por satélites meteorológicos que proporcionan imágenes infrarrojas. También los radares son muy útiles cuando el ciclón se aproxima a tierra, porque muestran la intensidad y ubicación de la tormenta. Los pronósticos se elaboran utilizando modelos meteorológicos y se emiten dependiendo de cómo se desarrolle el ciclón tropical cada 12 a 72 horas. La periodicidad de estos avisos disminuye cuando el evento se encuentra próximo a tocar tierra.

Conclusiones

Los meteorólogos han observado que, en la transición de verano a otoño, se presentan frentes fríos cuyas masas de aire chocan con un ciclón tropical, lo que afecta su trayectoria volviéndolo errático e incluso estacionario y provocando graves daños. Si ese cambio de trayectoria lo dirige hacia zonas montañosas, genera fuertes lluvias y, en consecuencia, escurrimientos que incrementan los niveles de ríos y arroyos. Normalmente esto ocurre en septiembre y octubre, que es cuando hay mayor número de ciclones tropicales en el país.

Las estadísticas indican que, en promedio, a nivel nacional, la lluvia registrada en las estaciones climatológicas debido a un ciclón tropical equivale a un 40% del total anual. De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional, en su reporte del primer semestre de 2026, el pasado mes de junio se colocó como el décimo noveno más lluvioso de los últimos 85 años.

Contar con mapas de riesgo de las zonas que son más susceptibles a inundación permite a los distintos órdenes de gobierno prever y realizar acciones en beneficio de la ciudadanía. Por ello, las autoridades deberían normar con mayor severidad las construcciones de zonas costeras a fin de puedan resistir la fuerza de los ciclones tropicales. Al llegar la temporada ciclónica debemos estar atentos a los avisos que emiten las autoridades y seguir sus recomendaciones para salvaguardarnos y evitar situaciones que nos pongan en peligro.

Referencias

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2025). *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el año 2024: Resumen ejecutivo*. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. <https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/521-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2024.PDF>

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (s. f.). *Artículos del archivo histórico*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/cenapred/archivo/articulos?fechaFin=2026-07-18+00%3A00%3A00&fechaInicio=1998-07-18+00%3A00%3A00>

Comisión Nacional del Agua. (2021, 1 de septiembre). *Comunicado del Servicio Meteorológico Nacional*. Servicio Meteorológico Nacional.

Comisión Nacional del Agua. (2026). *Monitor de sequía en México: Seguimiento de sequía* (MSM20260630.pdf). Servicio Meteorológico Nacional.

National Oceanic and Atmospheric Administration. (s. f.). *Ciclones tropicales*. Servicio Meteorológico Nacional/CONAGUA. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/>

Office of Marine and Aviation Operations. (s. f.). *NOAA Hurricane Hunters*. National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.omao.noaa.gov/aircraft-operations/noaa-hurricane-hunters>



Acerca de la autora

La Ing. Alma Patricia García Flores es especialista en meteorología y gestión hídrica. Con una sólida trayectoria dentro de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), se desempeña como jefa del Departamento de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos y del Centro de Previsión Meteorológica, en Querétaro. Es reconocida por su labor técnica en el análisis del comportamiento climatológico, el monitoreo de presas y la gestión de recursos ante eventos hidrometeorológicos y climáticos complejos.



MACCAFERRI



HYDRAULIC
TRAINING DAY



ASOCIACIÓN
MEXICANA
DE
HIDRÁULICA

Hydraulic Training Day: Un día lleno de capacitaciones técnicas centradas en los retos actuales de la infraestructura hidráulica de nuestro país



Ing. Paula Tayná de Lima
Encargada sector hidráulico
Maccaferri LATAM



Ing. Fausto Batista
Socio-Director Técnico de KF2
Engenharia e Consultoria



Mtro. Ernesto Marroquín
Secretario de Gestión Integral del
Agua del Gobierno del Estado de
Jalisco



Ing. Claudia Topete Martín
Directora de Saneamiento y
Operación de PTAR en la CEA de
Jalisco

**Viernes 16 de Octubre,
a las 08:00 hrs, dentro
del**



**XXVIII Congreso
Nacional e Internacional**
DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA
2026



¡Regístrate con nosotros!

Agenda nacional e internacional

OCTUBRE

XXVIII Congreso Nacional e Internacional de Hidráulica de la Asociación Mexicana de Hidráulica

Del 14 al 17 de octubre

Expo Guadalajara
Guadalajara, Jalisco
comité.organizador@congresoamh.com.mx

XXVII Conferencia de Direcciones y Autoridades Iberoamericanas del Agua, CODIA

Del 14 al 16 de octubre de 2026

Zaragoza, España
Confederación Hidrográfica del Ebro, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España (MITECO), UNESCO.
https://codia.info/eventos/xxvii-codia/?mc_id=258

XXXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica

Del 19 al 23 de octubre de 2026

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María, Instituto Nacional de Hidráulica del Ministerio de Obras Públicas y SOCHID
Valparaíso, Chile
<https://www.iahr-chile2026.com/>

Curso: Python básico aplicado al sector hídrico

Del 19 al 23 de octubre de 2026

Modalidad a distancia
Instituto Mexicano del Agua
http://imta.edu.mx/images/2026/cursos/Fichas/28_Ficha_Tecnica_Python_octubre_2026.pdf

Curso: Diseño preliminar de pequeñas centrales hidroeléctricas

Del 19 al 23 de octubre de 2026

Modalidad a distancia
Instituto Mexicano del Agua
http://imta.edu.mx/images/2026/cursos/Fichas/30_Ficha_Tecnica_Hidroenerg%C3%ADa_2026.pdf

NOVIEMBRE

40° Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS, 2026

Del 22 al 25 de noviembre de 2026

Ciudad de Guatemala, Guatemala
<https://40congresoaidis2026.com/inscripcion/>

IV Congreso Internacional: Tratamiento y Reúso de Efluentes Industriales 2026

Del 23 al 26 de noviembre de 2026

Universidad Autónoma de Chile, CITREA SAC y WES Consultoría y Proyectos
Auditorio de la Universidad Autónoma de Chile, Santiago de Chile
gerenciaditrea@gmail.com

Convención y Expo ANEAS 2026

Del 23 al 26 de noviembre de 2026

Querétaro Centro de Congresos (QCC)
<http://convencionaneas.com>

Curso: Estimación del agua subterránea usando observaciones satelitales de la misión "GRACE"

Del 23 al 25 de noviembre de 2026

Modalidad a distancia
Instituto Mexicano del Agua
http://imta.edu.mx/images/2026/cursos/Fichas/33_Ficha_Tecnica_GRACE_2026.pdf

DICIEMBRE

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de 2026

Del 2 al 4 de diciembre

Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos y Senegal
Asistencia presencial reservada para organizaciones acreditadas y delegaciones oficiales. El evento público se transmitirá de forma abierta y gratuita a nivel mundial a través de webtv.un.org sin registro previo.
Para resúmenes en video y alertas en tiempo real. activar #UNWaterConference o #WaterAction



ASOCIACIÓN MEXICANA
DE
HIDRÁULICA



XXVIII Congreso
Nacional e Internacional
DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA
2026



INSCRÍBETE AHORA

Congreso Nacional e Internacional de Hidráulica AMH 2026

El evento más importante del sector hídrico en México y Latinoamérica.
Conferencias magistrales, jornadas técnicas y la comunidad que
construye el futuro del agua.



Fechas

14-17 de octubre de 2026



Sede

Expo Guadalajara, México



REGISTRO DE PAGOS
PARA EL CONGRESO



Escanea el código QR
y regístrate ahora



Medir, mejorar, preservar:
el reto de la calidad del agua



www.amh.org.mx/cnh2026



[/amh.cnh2026](https://www.facebook.com/amh.cnh2026)



[@plataformaacceso1](https://www.tiktok.com/@plataformaacceso1)



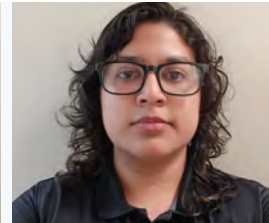
[@amh_cnh2026](https://www.instagram.com/amh_cnh2026)

SÍGUENOS EN TODAS NUESTRAS REDES

Premios nacionales y reconocimientos para nuestros Capítulos Estudiantiles

AMH Capítulo Estudiantil de la Escuela de Ingeniería Mazatlán obtiene primer y tercer lugar en el Concurso Nacional del PRONASH

Alumnos de la Facultad de Ingeniería y Tecnología de Mazatlán, miembros del capítulo estudiantil AMH, obtuvieron el primero y tercer lugar en el Tercer Concurso Nacional del Programa de Alumnos Sobresalientes de Hidráulica (PRONASH), cuya ceremonia de premiación se llevó a cabo el pasado 18 de junio. El certamen, que evalúa la excelencia académica y técnica de los futuros ingenieros del país, reconoció el desempeño de Brandon Colín Aguilar, quien obtuvo el primer lugar y de Ines Chávez Bricaire, quien mereció el tercero.



Capítulo Estudiantil AMH recibe reconocimiento en el cierre semestral de Ingeniería Civil de la FES Aragón

Como parte del cierre semestral, la Facultad de Estudios Superiores (FES) Aragón de la UNAM llevó a cabo un encuentro para reconocer el compromiso, liderazgo y la participación activa de los representantes de los capítulos estudiantiles de la carrera de Ingeniería Civil. Una de las agrupaciones reconocidas fue el Capítulo Estudiantil AMH FES Aragón. En el marco de la ceremonia también recibieron diplomas el Capítulo Estudiantil ASCE FES Aragón, Capítulo Estudiantil del ACI FES Aragón, UNAM, Capítulo Estudiantil SMIG Aragón, CECICM FES Aragón, ANEIC UNAM FES Aragón.



LOS EXPERTOS EN TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA PRESION

Llámanos y con gusto apoyaremos en tu proyecto hidráulico

Av. CFE 700, San Luis Potosí, S.L.P

+52 444 824-0199, 444- 824-0364

www.policonductos.mx

ventas@policonductos.mx

Amplia gama de diámetros, desde 1/2" hasta 65", fabricados en la más moderna línea de extrusión del mundo, soportando presiones de hasta 335 psi.

Tuberías para Acueductos, Distritos de Riego, Reemplazo de tuberías sin zanja, Emisores Marinos, y mucho más aplicaciones hidráulicas.

Fabricante de Tubería de Polietileno de Alta Densidad
¡La marca reconocida por su Calidad!



REVISTA DIGITAL
Tlálóc AMH

Agradecemos a nuestros patrocinadores:



Indar
Una Marca *Ingeteam*

MACCAFERRI

 **PowerDepot®**



| amh.org.mx



**CUMPLE CON LA
NORMATIVA
AMBIENTAL
VIGENTE**

¡SIN COMPLICACIONES!

GAJA *Gestión y Asesoría
Jurídico Ambiental S.C.*

Servicios especializados de muestreo de aguas:
RESIDUALES | POTABLES | NATURALES



TRABAJAMOS BAJO PROTOCOLOS Y TÉCNICAS ESTANDARIZADAS GARANTIZANDO:

- ✓ Cumplimiento normativo
- ✓ Resultados confiables
- ✓ Ideal para empresas, industrias y proyectos ambientales

¡SOLICITA INFORMACIÓN Y COTIZACIÓN HOY MISMO!

www.gajasc0.webnode.mx

 (+52) 993 131 2506  Av. José Pagés Llergo #124, Despacho 4, Col. Lago Ilusiones.