

# TLALOC

TLALOC-AMH. Órgano informativo de la Asociación Mexicana de Hidráulica, AMH • septiembre-diciembre, 1997 • Año IV • No. 10

- De cómo la nación se apropió de las aguas del país
- Ayudas para el cálculo hidrológico del drenaje pluvial de cubiertas de edificios
- Toma de posesión del XXIII Consejo Directivo, AMH



# Montgomery Watson y México

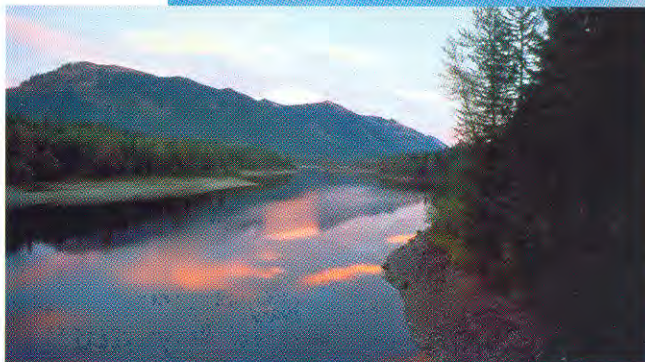
## Una Visión Conjunta al Futuro del Medio Ambiente

Montgomery Watson ha puesto a prueba su tradición de excelencia y empeño valiéndose del conocimiento de la nueva tecnología y de una visión del futuro de la industria.

Nuestro trabajo en México ilustra esta mezcla de tradición e innovación. La cuna de nuestras más antiguas y adelantadas civilizaciones es hoy día sede de la creciente población de México y de sus rápidos adelantos tecnológicos y sociales.

Es un honor, usando nuestro conocimiento y empeño, el poder traer la tecnología de Montgomery Watson a nuestros clientes de México. Nuestra experiencia y labor se concentra en los elementos esenciales de la vida - el agua y el medio ambiente.

Montgomery Watson está comprometida a compartir el conocimiento y la experiencia que hemos adquirido en nuestros proyectos alrededor del mundo con todos nuestros clientes. En cada uno de nuestros proyectos hemos adaptado ideas que reflejan la diversidad cultural de cada lugar. El contar con una experiencia tanto mundial como local nos ha permitido suministrar tecnologías de punta a todos nuestros clientes.



## Administración, Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente



**MONTGOMERY WATSON**  
**México, S.A. de C.V.**

Al Servicio De Las Necesidades Ambientales Del Mundo

Av. Insurgentes Sur 800, Piso 10  
Colonia del Valle  
03100, México, D.F.  
Tel: (5) 543-0404  
Fax: (5) 543-9967





## TLALOC

TLALOC-AMH. Órgano informativo de la Asociación Mexicana de Hidráulica, AMH

Año IV, Núm. 10, septiembre-diciembre 1997

### XXIII CONSEJO DIRECTIVO

**PRESIDENTE:** César Herrera Toledo

**VICEPRESIDENTE:** Jesús Campos López

**TESORERO:** Héctor Merino Guevara

**SECRETARIO:** Julio Acosta Rodríguez

**SECRETARIO DESIGNADO:** Gustavo Paz Soldán

**VOCALES:** Francisco Javier Aparicio Mijares, Óscar Hernández

### CONSEJO EDITORIAL

**DIRECTOR:** César Herrera Toledo

**MIEMBROS:** Jesús Campos López, Gustavo Paz Soldán Córdova

### COMITÉ EDITORIAL

**EDITOR:** Polioptro Martínez Austria

#### COORDINADORES DE SECCIÓN:

*Interiores:* Gustavo Paz Soldán Córdova

*Contextos:* Leonor Pintado

*Artículos técnicos:* Nahun Hamed García Villanueva

#### MIEMBROS:

Gilberto Sotelo Ávila, Óscar Fuentes Mariles, Felipe Arreguín Cortés, Rubén Chávez Guillén, Moisés Berezowsky, Rolando Springall, Humberto Marengo, María Rosa Sauri Riancho, Franz Rojas, Daniel Campos, Jaime Collado

### POLÍTICA EDITORIAL

TLALOC-AMH es una publicación destinada a servir a sus agremiados e interesados en el sector agua, brindándoles información acerca de los temas más relevantes en lo institucional profesional y gremial. Además se propone como un foro en el que la comunidad relacionada con el agua en México pueda expresar opiniones, divulgar conocimientos, transferir tecnologías, así como encontrar información y orientación útiles para su desarrollo profesional y empresarial, para cultivar y estrechar vínculos entre colegas y establecer una participación cada vez más entusiasta y comprometida.

**AUTORES:** Las páginas de la revista estarán abiertas tanto a los miembros de la AMH como a todas aquellas personas interesadas en la temática de la especialidad, independientemente de su formación académica, nacionalidad y lugar de trabajo.

**CALIDAD:** Los textos reunidos por el editor para integrar cada uno de los números de la revista se someterán a la revisión y autorización del Comité editorial. Si bien los textos se elaborarán en forma tal que sean accesibles a todos los lectores del sector, su redacción será minuciosamente cuidada y sometida a corrección de estilo para, posteriormente, presentarse a la consideración del autor, previamente al alzado de tipografía, diagramación e impresión.

**PERIODICIDAD:** Cuatrimestral.

TLALOC-AMH es una publicación cuatrimestral de la Asociación Mexicana de Hidráulica, AMH. Camino Santa Teresa 187. Colonia Parques del Pedregal. C.P. 14010, México. D. F. Certificado de licitud de título Núm. 8279 y de contenido Núm. 5828. Reserva de derechos de autor Núm. 003525/94. Página Web: <http://atl.imta.mx/~amh/> Correo electrónico: [amh@atl.imta.mx](mailto:amh@atl.imta.mx)

El tiraje es de 2000 ejemplares, incluyendo los de reposición. Diseño, originales, negativos e impresión: *Impresión y Diseño*. Avenida Río Churubusco Núm. 2005, Lote 15, Manzana 19. Colonia Rodeo, México, D.F.

**Congresos Latinoamericano y Nacional de Hidráulica** 2

**Editorial** 3

**Interiores** \_\_\_\_\_

Toma de posesión del XXIII Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica 4

Asamblea General Ordinaria 6

Informe de actividades del XXIII Consejo Directivo 7

La Asociación Mexicana de Hidráulica en *internet* 8

**Invitación para colaborar en TLALOC-AMH** 9

**Contextos** \_\_\_\_\_

De cómo la nación se apropió de las aguas del país 10

*Luis Aboites Aguilar*

*El Colegio de México*

Las estrategias del sector hidráulico 12

*César Herrera Toledo*

*Comisión Nacional del Agua*

El centenario del canal del desagüe 14

*Manuel Perlo Cohen*

*Universidad Nacional Autónoma de México*

**Artículos técnicos** \_\_\_\_\_

Ayudas para el cálculo hidrológico del drenaje pluvial de cubiertas de edificios 16

*Daniel Francisco Campos Aranda*

*Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

Investigación para determinar el problema de corrosión en los sistemas de distribución de agua potable que manejan los organismos operadores mexicanos 23

*Alfredo A. González Camacho*

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*

*Joan Genescá*

*Universidad Nacional Autónoma de México*

Evaluación de pérdidas en redes de distribución de agua potable 28

*Felipe I. Arregín*

*Leonel Ochoa Alejo*

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*

*Antonio Fernández Esparza*

*Comisión Nacional del Agua*

**Agenda** 31

*Portada:*  
Vaso de la Presa Francisco y Madero, Chihuahua. Se localiza en la región VI, una de las trece regiones administrativas que forman parte de una nueva organización, implantada por la CNA, basada en criterios hidrológicos. Ver páginas 12 y 13.

*Foto:*  
Víctor Hugo Mireles.







La sección latinoamericana de la  
**ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE  
INVESTIGACIONES HIDRÁULICAS**  
y el  
**XXIII CONSEJO DIRECTIVO DE LA  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA**



*invitan*

a todos los ingenieros, especialistas, investigadores y público en general relacionados con la hidráulica a participar en las reuniones siguientes:

# **XVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica**

y

# **XV Congreso Nacional de Hidráulica**

que se realizarán simultáneamente durante el mes de octubre de 1998  
en la ciudad de Oaxaca. Oax. México

#### PONENCIAS CONGRESO LATINOAMERICANO

Se aceptarán trabajos originales en los siguientes temas:

- Mecánica de fluidos e hidráulica fundamental
- Hidrología superficial y subterránea
- Planificación de recursos hidráulicos
- Hidromecánica
- Hidráulica ambiental

Los trabajos deberán presentarse en original y dos copias conforme al siguiente formato:

- 10 páginas máximo, incluyendo figuras, fotografías y referencias.
- Tamaño carta (8,5 x 11).
- Texto en procesador de palabras a espacio simple.
- Máximo 50 líneas por página.
- Márgenes laterales de 25mm, superior e inferior de 30mm.

En la primera página se dejarán además cinco líneas en blanco en la parte superior, luego título de la ponencia, autores, su afiliación y país; y abajo, en la misma página, un resumen en español o portugués y su traducción en inglés o francés.

Se aceptan trabajos en español, portugués o inglés.

Se aceptará un máximo de tres artículos por autor.

Los trabajos deberán enviarse a más tardar el 1 de abril de 1998 al coordinador general del Congreso Latinoamericano

Dr. Carlos Cruickshank.  
Instituto de Ingeniería, UNAM.  
Sección Hidráulica  
Ciudad Universitaria  
C.P. 04510 México, D.F.  
Tel. (5) 622-33-25 y 26  
email: ccv@pumas.ingen.unam.mx

#### PONENCIAS CONGRESO NACIONAL

Se aceptarán trabajos originales en las materias relacionadas con:

Diseño, conservación y operación de infraestructura hidráulica; hidrología y diseño hidrológico, planeación y gestión del agua, agua y medio ambiente, hidráulica fluvial, hidráulica computacional, hidráulica experimental, enseñanza de la hidráulica y participación social en la gestión del agua. Las ponencias deberán tener las siguientes características:

- Enviar el texto en un disquete de tres y media pulgadas, en los programas Word o Word Perfect para Windows, junto con un original y dos copias, impreso en papel bond tamaño carta, listo para impresión.
- Utilizar letra Courier en 10 puntos con interlineado sencillo.
- El texto deberá respetar los siguientes márgenes: 2.5 centímetros a la derecha y a la izquierda y tres centímetros en las partes superior e inferior.
- El original debe tener un máximo de seis cuartillas, numeradas al centro en la parte inferior, impresas de un solo lado; incluyendo figuras, tablas, ecuaciones, fotografías y un resumen de 300 palabras máximo.
- En el título se debe indicar el nombre del autor, la institución a la que pertenece y el tema en el que desea participar.
- La primera página contendrá un resumen del trabajo.

Los trabajos deberán enviarse a más tardar el 1 de abril de 1998 al Coordinador Técnico.

Dr. Felipe Arreguín Cortés  
Tel. y Fax (73) 19 43 81  
E-mail: arreguin@tlaloc.imta.mx

**CURSOS PRECONGRESO:** La semana previa al congreso se realizarán cursos cortos, cuyos temas, expositores y costos se anunciarán en el siguiente boletín

**EXPOSICIÓN:** Durante los días del congreso se montará la tradicional exposición de productos y servicios de empresas del sector hidráulico, nacionales e internacionales.



# A

partir de la segunda mitad del presente año, nuestro país ha experimentado avances trascendentales en los campos político y económico, con ello se han creado nuevas formas de relación social cada vez más vigilantes, participativas y exigentes.

En el sector hidráulico nacional también vivimos tiempos con características muy peculiares debidas a cambios institucionales con implicaciones en los órdenes nacional, estatal y municipal, y al establecimiento de prioridades en actividades relacionadas con el agua. Una de ellas es la atención al deterioro del medio ambiente en cuanto a los daños causados por las inundaciones y las sequías.

En este contexto, la Asociación Mexicana de Hidráulica, AMH, estableció durante la toma de posesión de la presidencia de su XXIII Consejo Directivo, que habrá de mantenerse, a invitación expresa de la Comisión Nacional del Agua, CNA, como referencia objetiva de las propuestas del cambio institucional que realiza; fomentará colaboraciones relativas al cuidado del medio ambiente con una visión integral del manejo del agua; y como asociación civil, brindará apoyo a la sociedad, mediante la asesoría a usuarios rurales en la realización de pequeñas obras de protección contra inundaciones o de abastecimiento de agua, hasta la participación en organizaciones formales como los consejos de cuenca.

Por otra parte, la AMH reforzará su apoyo para la realización de conferencias, visitas técnicas y talleres. Por lo pronto está organizando, el XVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (IAHR, por sus siglas en inglés) y el XV Congreso Nacional de Hidráulica que se llevarán a cabo simultáneamente el próximo año. A partir del 21 de agosto la AMH cuenta con su página en *internet* y, también, buscará estrechar la relación con otros colegios e instituciones.

Con el presente número de *TLALOC-AMH* iniciamos una nueva etapa del órgano informativo de nuestra Asociación en el que daremos cabida, oportuna y periódicamente, a todas sus contribuciones en temas afines con el agua, y dedicaremos espacios a temas regionales, así como a diversos aspectos históricos y culturales relacionados con el recurso.

Finalmente solicito a todos ustedes, en mi calidad de presidente del XXIII Consejo Directivo de la AMH, su apoyo para lograr que las iniciativas de la Asociación contribuyan a resolver problemas del agua y constituyan un verdadero apoyo para la sociedad.

*Presidente del XXIII Consejo Directivo, AMH*  
**CÉSAR HERRERA TOLEDO**



## TOMA DE POSESIÓN DEL XXIII CONSEJO DIRECTIVO DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA

*Por considerarlo de particular interés para todos los agremiados, a continuación reproducimos el discurso que el ingeniero César Herrera Toledo dirigiera al pleno de la Asamblea General Ordinaria celebrada el 7 de mayo del año en curso, al asumir la presidencia del XXIII Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica.*

**E**ste día es motivo de gran satisfacción para los profesionales que formamos el XXIII Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica, porque a partir de hoy, y a lo largo de los dos próximos años, tendremos la oportunidad de trabajar desde la perspectiva gremial, y animados por un interés común, en proyectos que buscan contribuir a resolver los intrincados problemas que plantea el agua; es este el momento de asumir el compromiso, ante ustedes y con ustedes, de hacer el mejor esfuerzo en las labores que competen a la Asociación.

La Asociación Mexicana de Hidráulica, organización civil creada en 1965, tiene cerca de 2000 agremiados, principalmente ingenieros distribuidos en todo el país, en instituciones oficiales, privadas, académicas y educativas; esta Asociación celebra congresos nacionales bienales, así como reuniones periódicas sobre temas relacionados con el uso y manejo del agua; cuenta con una publicación trimestral y otorga premios a los agremiados más destacados en la materia, como un estímulo a su dedicación.

Asumimos la responsabilidad del XXIII Consejo Directivo en un tiempo con características muy peculiares en el entorno del sector hidráulico, debidas a cambios institucionales y al establecimiento de prioridades en actividades relacionadas con el agua.

Por una parte, la institución que tiene a su cargo fijar la política hi-



*Ingeniero César Herrera Toledo, presidente del XXIII Consejo Directivo, AMH*

dráulica del país y administrar las aguas nacionales, plantea cambios sustantivos, los cuales tendrán implicaciones en los órdenes nacional, estatal y municipal.

Por otra parte, la sociedad demanda atender el deterioro del medio ambiente, el cual ha alcanzado niveles críticos en algunas regiones del país; en el caso del agua, fenómenos extremos como sequías e inundaciones agudizan el deterioro del recurso y afectan a la población.

Además, en México se han abierto cauces a la pluralidad de opiniones, lo cual deriva una mayor participación de sus habitantes en la toma de decisiones.

En cada uno de estos factores que conforman el marco de análisis de los asuntos del agua, adoptaremos líneas de trabajo para asegurar congruencia en las acciones de la Asociación.

La primera, consiste en mantenernos como referencia objetiva para continuar atendiendo la invitación que nos hiciera la Comisión Nacional del Agua, durante la clausura del Décimo cuarto Congreso Nacional de Hidráulica, con objeto de analizar abiertamente en nuestros foros, propuestas del cambio institucional que realiza.

Al respecto, ofrecemos nuestra colaboración en la misma forma que lo hicimos al dar a conocer, a través de las reuniones regionales y en el marco del Décimo cuarto Congreso Nacional, el Programa de Modernización del Manejo del Agua que lleva a cabo la Comisión. Invitamos a nuestros asociados y a las agrupaciones que deseen participar, a analizar planteamientos importantes por su complejidad técnica, pero sobre todo por su trascendencia, como: la participación privada en la prestación de los servicios y en la construcción de infraestructura; el valor del agua en relación con su costo, la reorganización por cuencas y la regulación de los servicios, entre otros.

La segunda línea de acción, consiste en fomentar colaboraciones relativas al cuidado del medio ambiente, con una visión integral del manejo del agua, basado en análisis de cuen-



cas o acuíferos, o bien con enfoques regionales, en los cuales sean considerados los atributos de cantidad y calidad. La visión integral requiere conocer las interacciones de distintos usuarios, e incorporar aspectos económicos a la par de los sociales, a fin de proponer soluciones para transitar hacia un desarrollo sustentable y evitar así, las condiciones críticas en que están algunas zonas del país.

Lo anterior conduce a plantearnos la necesidad de ampliar la capacidad de análisis de la Asociación, al interactuar con profesionales de diferentes disciplinas, tanto los interesados en asuntos técnicos del agua, como en las ciencias ambientales, y en el manejo económico y administrativo del recurso.

La tercera línea como asociación civil, es brindar apoyo a la sociedad, a través de proyectos de diversa envergadura, desde asesorar a usuarios rurales para realizar pequeñas obras de protección contra inundaciones o de abastecimiento de agua, hasta participar en organizaciones formales como los Consejos de Cuenca.

La Asociación Mexicana de Hidráulica colaborará mediante asesorías directas cuando esto sea posible, a través de publicaciones dirigidas a determinados núcleos de la sociedad, o bien con la presencia de miembros de la asociación en diversas reuniones.

Las modalidades de participación dependerán en gran medida, de iniciativas de los asociados, sobre todo en representaciones estatales, donde podrán identificar necesidades a través del contacto con la población, y así plantear acciones de apoyo que respondan a las particularidades de cada localidad. Las posibilidades son múltiples si se interactúa con instituciones educativas y otras organizaciones afines.

Asimismo, dedicaremos atención especial a la creación de foros sobre

temas en los cuales la Asociación pueda ofrecer apoyo tecnológico. Tal es el caso de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, dado que muchos agremiados cuentan con amplia experiencia en análisis de fenómenos transitorios en tuberías de presión, en simulación de redes bajo condiciones estáticas y dinámicas, en drenaje urbano, en geohidrología, y en algunos otros campos de interés.

La posibilidad de realizar estos foros, en colaboración con otras agrupaciones de profesionales, permitirá plantear propuestas de gran utilidad para los usuarios del agua.

La Asociación Mexicana de Hidráulica, reforzará las acciones que ha venido desarrollando tradicionalmente, mediante conferencias, visitas técnicas y talleres, a fin de analizar temas relevantes, y buscará estrechar la relación con otros colegios e instituciones. La información sobre estas actividades, se hará llegar oportunamente a los interesados.

De ese conjunto de actividades destacan tres, por sus particularidades:

El XV Congreso Nacional de Hidráulica se llevará a cabo el año próximo, simultáneamente con el XVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (IAHR, por sus siglas en inglés). La coordinación del congreso ha sido iniciada y esperamos colaboraciones técnicas numerosas y de calidad. Aprovecho la oportunidad para invitarles a participar.

La revista modificará su formato para dar cabida a contribuciones de temas afines con el agua; se le agregarán espacios para temas regionales, y aspectos históricos y culturales relacionados con el recurso.

A partir del 21 de este mes, estará a su disposición la página de Internet de la Asociación, la cual contará con

información sobre la propia Asociación, y de otras instituciones internacionales que han accedido a compartir interesantes archivos; también se dispondrá de una dirección de correo electrónico, para facilitar la comunicación con nuestros asociados.

Es así como nos proponemos trabajar los próximos dos años; en tareas que implican un esfuerzo adicional a nuestras actividades cotidianas, pero que nos motivan, por ser la Asociación Mexicana de Hidráulica una agrupación que reúne a profesionales muy destacados que han dejado huella a través de sus iniciativas, de sus obras y de sus enseñanzas.

Los logros de la Asociación serán los logros de sus asociados; les invitamos a participar ampliamente, desde sus posiciones en las empresas, organismos gubernamentales, instituciones educativas y de investigación, o bien, por el sólo interés de mantenerse informado y contribuir con su opinión a solucionar problemas específicos sobre el agua.

Les solicito también, apoyo material para la Asociación, a fin de que pueda lograr sus objetivos y extender sus beneficios a los estudiantes de disciplinas relacionadas con el agua, y coadyuvar de esta manera, a que en el futuro estén preparados para atender los problemas del agua, cada vez más apremiantes en el país.

Me es muy satisfactorio tener la oportunidad de presidir el Vigésimo tercer Consejo Directivo de la asociación, después de haber colaborado desde distintas funciones en anteriores consejos. He conocido de cerca el gran esfuerzo realizado por los profesionales que me han antecedido y me propongo continuar los proyectos que iniciaron. Estoy seguro que con el apoyo de todos ustedes, lograremos que las iniciativas de la Asociación contribuyan a resolver problemas del agua y constituyan un verdadero apoyo para la sociedad.



## ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

**E**l 7 de mayo del año en curso se llevó a cabo la Asamblea General Ordinaria a la que asistieron, entre otras personas, el ingeniero Guillermo Guerrero Villalobos, director general de la Comisión Nacional del Agua; el licenciado Enrique Provençio Durazo, subsecretario de Planeación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; los ingenieros Eugenio Laris Alanís, presidente del Colegio de Ingenieros Civiles de México y por la AMH acudieron Enrique Ortega Gil, presidente del XXII Consejo Directivo de la AMH, Óscar Vega Argüello, presidente de la Junta de Honor de la Asociación; y el doctor Fernando González Villarreal, presidente del Consejo Consultivo de la Asociación.

Como primer acto de esta reunión el presidente del XXII Consejo Directivo declaró legalmente instalada la Asamblea conforme al siguiente orden del día que se cumplió a la letra:

1. Lectura del orden del día y aprobación en su caso.
2. Lectura del acta de la Asamblea General anterior y aprobación en su caso.
3. Lectura del informe anual del XXII Consejo Directivo.
  - Informe de Vocalía
  - Informe de la Secretaría y las secciones regionales
  - Informe de la Tesorería
  - Informe del Presidente.
4. Informe anual de la Junta de Honor y del resultado de las elecciones del XXIII Consejo Directivo.
5. Toma de posesión del XXIII Consejo Directivo Nacional.
6. Mensaje del Presidente del XXIII Consejo Directivo.

Sin duda las notas más relevante de esta Asamblea fueron el informe

de la gestión del Presidente del XXII Consejo Directivo, la toma de posesión del XXIII Consejo Directivo y la participación del licenciado Carlos Valdez Mariscal y el ingeniero Enrique Viveros, quienes notificaron, en su calidad de escrutadores designados durante la Asamblea Extraordinaria del 8 de abril, que de acuerdo al voto emitido hasta el 7 de mayo por los miembros de la Asociación, el XXIII Consejo Directivo de la AMH quedó integrado de la siguiente manera:

Ing. César Herrera Toledo  
Presidente  
Ing. Jesús Campos López  
Vicepresidente  
Ing. Julio Acosta Rodríguez  
Secretario  
Ing. Héctor Merino y Guevara  
Tesorero

Dr. Francisco Javier Aparicio Mijares  
Vocal  
Ing. Óscar Hernández López  
Vocal

El ingeniero César Herrera nombró al doctor Gustavo Paz Soldán Córdova Secretario Designado.

Para finalizar con el orden del día, se concedió el uso de la palabra al ingeniero César Herrera Toledo, presidente del XXIII Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica, quien además de reconocer la labor desarrollada por el XXII Consejo Directivo encabezado por su Presidente, el ingeniero Guillermo Ortega Gil, presentó su mensaje como presidente del XIII Consejo Directivo. En el editorial del presente número de *TLALOC-AMH* se encuentran los conceptos más relevantes de esta alocución.



*El 7 de mayo del presente, se celebró la Asamblea General Ordinaria durante la que se presentó el informe de la gestión del XXII Consejo Directivo y se llevó a cabo la toma de posesión del XXIII Consejo Directivo.*



## INFORME DE ACTIVIDADES DEL XXII CONSEJO DIRECTIVO

*Durante la gestión del XXII Consejo Directivo se destacaron dos líneas principales de trabajo:*

- *Intercambio de información en las áreas de desarrollo profesional y tecnológico.*
- *Mayor difusión entre los miembros de las asociaciones profesionales y la opinión pública.*

**H**ace 31 años, un selecto grupo de profesionales mexicanos se organizó para difundir los esfuerzos que se realizan en el país para aprovechar el agua. Sus inquietudes dieron lugar a la fundación de la Asociación Mexicana de Hidráulica, AMH.

Desde entonces, la finalidad de la AMH ha sido proporcionar al profesional y al estudiante una agrupación de carácter técnico, sin fines de lucro, a través de la que se promueva y apoye el desarrollo de la hidráulica. También, la AMH ha servido para ampliar los cauces de comunicación y difusión científica y técnica afines a los profesionales y a las organizaciones relacionadas con el agua.

En el presente, la AMH es una organización consolidada, no gubernamental y con cobertura nacional a través de ocho secciones regionales; cuenta con 1,411 socios: 75% en los estados de la República y 25% en la zona metropolitana de la ciudad de México. Esto le permite no sólo desarrollar actividades en el país, sino también abarcar todas las disciplinas relacionadas con la hidráulica dadas las distintas especialidades de sus socios.

En el marco del Tratado de Libre Comercio, TLC, la AMH estableció acuerdos con la Asociación Americana de Ingenieros Civiles (ASCE, por sus siglas en inglés), para desarrollar actividades de cooperación relacionadas con el intercambio de información científica y tecnológica.

La prestación de servicios fronterizos y la comercialización de bienes entre México y los Estados Uni-

dos de América, requieren de un flujo de información permanente entre los profesionales dedicados al aprovechamiento, uso eficiente y preservación del agua, así como a la mitigación de las situaciones extremas de exceso o escasez del líquido. En particular se identifican dos líneas principales de trabajo:

- ❑ El intercambio de información en las áreas de desarrollo profesional y tecnológico, con énfasis en la producida por instituciones de educación superior y de investigación.
- ❑ La difusión, entre los miembros de las asociaciones profesionales y la opinión pública, de los principales proyectos en operación y construcción de obras y sistemas hidráulicos, que se desarrollan en México y los Estados Unidos de América.

Las bases de una más intensa cooperación se establecieron cuando la AMH firmó con la ASCE una carta de intención en la que se establece la necesidad de que los socios de ambas asociaciones estrechemos el intercambio de información y participación.

Parte de la tradición, es la organización cada dos años de un congreso nacional. Durante la vigencia de este Consejo Directivo se realizó el XIV congreso nacional del 23 al 26 de octubre de 1996, en el puerto de Acapulco, Guerrero. En esta reunión, se

expusieron los avances y las perspectivas para aprovechar el agua con mayor eficiencia así como para mejorar la calidad del recurso y prevenir los desastres que su exceso o escasez originan en el ámbito de las cuencas.

El Congreso y su respectiva exposición técnica fueron inaugurados por la maestra Julia Carabias, secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y clausurados por el ingeniero César Herrera Toledo en representación del ingeniero Guillermo Guerrero Villalobos, director general de la Comisión Nacional del Agua.

Al Congreso acudieron más de setecientos especialistas y se entregó el *Premio Enzo Levi* al doctor Felipe Arreguín Cortés distinguido investigador nacional. El premio lo instituyó la AMH junto con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA, para promover la investigación y la docencia en la hidráulica. Durante el Congreso se presentaron 159 ponencias técnicas.

Durante el Congreso se montó una exposición nacional de productos y servicios del sector hidráulico, en donde se presentaron los avances tecnológicos y científicos más recientes, tanto por parte de instituciones públicas, empresas privadas, fabricantes, asociaciones profesionales, organismos educativos y de investigación.

Finalmente, el XXII Consejo Directivo reconoció a todos los socios su labor y espíritu gremial que hicieron posible el cumplimiento de los objetivos de la Asociación Mexicana de Hidráulica.



## LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA EN *internet*

**E**l 20 de mayo de 1997, La Asociación Mexicana de Hidráulica, AMH, inició la difusión de sus estatutos, políticas y actividades a través de la red internacional (*internet*, por sus siglas en inglés). Este medio de intercambio de información, que durante los últimos siete años ha crecido rápidamente en todo el mundo, en México empezó a generalizarse en 1995 y, a la fecha, se ha convertido en el lugar de encuentro de un sinnúmero de personas y organizaciones de diversa índole.

El diseño de la página *Web* (palabra inglesa, que significa telaraña, con que se designa al mecanismo que se utiliza para tener un lugar en la red) de la AMH se realiza por iniciativa del XXIII Consejo Directivo, con la finalidad de brindar un mejor y más expedito servicio de información, al encontrarse en posibilidades de poner a disposición de sus agremiados, y en general a la comunidad hidráulica, en todo el país la cantidad que se requiera de texto, imágenes e incluso sonidos y video, de manera más rápida y económica que cualquier otro medio. La dirección electrónica de la página es la siguiente:

**<http://atl.imta.mx/~amh/>**

Mediante el empleo de este medio, la AMH pretende que su hoja *Web* sea un punto de confluencia donde todos sus agremiados encuentren permanentemente temas de interés y comunicación puntual de la Asociación.

El contenido de la página está dividido en varias secciones, que se estarán actualizando continuamente. Por lo pronto, en la sección *Noticias* se encuentran los detalles de las acti-

vidades recientes de la Asociación. Actualmente se informa acerca de los resultados de las elecciones para el XXII Consejo directivo y la primera asamblea ordinaria de 1997, durante la que tomó posesión este Consejo. También se podrán encontrar los anuncios correspondientes a fechas y lugares de las próximas reuniones y congresos tanto de la AMH como de otras organizaciones nacionales e internacionales.

En la sección *Novedades* se publicarán periódicamente artículos de interés general a la comunidad hidráulica, actualmente se pueden consultar las Estrategias del Sector Hidráulico 1997-2000, de la Comisión Nacional del Agua.

La sección *Congresos Nacionales* contiene los índices de los artículos publicados en las memorias de los congresos de 1996 y 1994.

En la sección de la revista *TALOC-AMH* se publica el índice del contenido de la última edición de ésta, así como las guías para los colaboradores, con los detalles que deberán seguir quienes deseen escribir algún artículo técnico, de divulgación, de política, de economía o de ciencias sociales.

Se cuenta también con una sección con los nombres de los integrantes del XXIII Consejo Directivo, así como el formato de ingreso para nuevos miembros y los detalles para realizar los trámites de inscripción a la Asociación Mexicana de Hidráulica.

Entre las secciones que actualmente se están preparando, se encuentra una que se destinará a brindar información comercial de las empresas e instituciones del sector agua que



deseen utilizarla como foro publicitario. Otra de estas secciones se destinará a bolsa de trabajo en donde se podrá encontrar información acerca de la oferta y la demanda de servicios y personal especializados en hidráulica.

Los integrantes del Consejo Directivo se encuentran actualizando el directorio de miembros de la asociación, con la finalidad de publicarlo y, de esta manera, facilitar la comunicación entre los miembros de la asociación.

Los editores del contenido de la página *Web* de la AMH son: El ingeniero César Herrera, presidente del actual Consejo, y el doctor Polioptro Martínez Austria. El administrador es el ingeniero Víctor Hugo Mireles. Cualquier comentario o aportación se puede enviar a través del buzón de correo electrónico de la asociación **[amh@atl.imta.mx](mailto:amh@atl.imta.mx)** o de la dirección del administrador **[vmireles@tlaloc.imta.mx](mailto:vmireles@tlaloc.imta.mx)**



# INVITACIÓN PARA COLABORAR EN TLALOC-AMH

Estimados colegas:

Me complace informarles que el XIII Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica, AMH, ha decidido brindar un mayor impulso a la revista TLALOC-AMH, órgano de comunicación de nuestra Asociación. El propósito es convertirla en un foro eficaz y de gran utilidad para los miembros de la comunidad relacionada con el agua en México, a través del que se pueda divulgar y analizar información institucional, profesional y gremial; expresar opiniones y transferir tecnologías; así como cultivar vínculos entre colegas y establecer una participación cada vez más entusiasta y comprometida con la AMH y con la búsqueda de soluciones a los problemas del agua en nuestro país.

En la página I encontrarán una nueva versión de la política editorial de TLALOC-AMH y, en esta misma página, una guía para autores y una relación de las secciones en las que ustedes pueden participar.

TLALOC-AMH es la revista de todos nosotros y la participación de usted es indispensable. Por ello le solicito amablemente su importante colaboración mediante el envío de artículos técnicos, notas o información relevante para el sector, a las oficinas de la AMH, a través de los coordinadores de sección o de nuestro correo electrónico [amh@atl.imta.mx](mailto:amh@atl.imta.mx)

Seguro de contar con su entusiasta colaboración, les envío un cordial saludo.

Atentamente

El presidente del XXIII Consejo Directivo, AMH

Ing. César Herrera Toledo

## GUÍA PARA AUTORES

### Sección Interiores

Incluirá aquella información que emane de la propia Asociación Mexicana de Hidráulica, y de interés general del gremio, tales como la relación de sus reuniones e informes, y todas aquellas actividades promovidas y realizadas dentro de la misma AMH. El material propuesto para esta sección se enviará directamente a los miembros del Consejo Editorial.

#### Presentación

La extensión es libre pero se sugiere que no sea mayor de dos páginas a doble espacio, incluyendo fotografías ocupará el espacio que se considere conveniente y la presentación que se considere más adecuada.

#### Enviar textos

Al doctor Gustavo Paz Soldán Cordova, miembro del Consejo editorial a: Av. Insurgentes Sur 1960 4o. Piso, Col. Florida México, D.F. CP. 01050. Teléfono: 663-21-92

### Sección Artículos técnicos

Incluirá de manera preferente pero no exclusiva artículos técnicos de divulgación, transferencia y adaptación de tecnología, de aspectos de infraestructura, operación, educativos y docentes relacionados con el sector agua.

#### Presentación

Título.

Nombre del autor (es).

Lugar (es) de trabajo.

Resumen: Se describirán brevemente el objetivo, el método, los resultados y las conclusiones de trabajo.

Introducción.

Desarrollo. Las notas de pie de página deberán integrarse al texto y los cuadros, las gráficas, las fotos y las ilustraciones en general, deberán ser de muy buena calidad y presentarse al tamaño de 9 x 9 centímetros.

Conclusiones y recomendaciones.

Referencias. Únicamente se publicarán aquellas que se citen explícitamente en el texto.

#### Enviar textos

Al doctor Nahun Hamed García Villanueva, coordinador de Artículos técnicos a: Paseo Cuauhnáhuac No. 8532 Col. Progreso, Jiutepec, Morelos. Teléfonos: (73) 19-40-12; 19-41-11. Extensión 516, Fax (73) 19-42-81 E-mail: [nahung@tlaloc.imta.mx](mailto:nahung@tlaloc.imta.mx)

### Sección Contextos

Incluirá artículos y trabajos de análisis y de divulgación de la realidad política, social y económica que atañe al sector agua, así como reportajes de instituciones, empresas o proyectos relacionados con el agua.

#### Presentación

Título.

Nombre del autor (es).

Lugar (es) de trabajo.

Presentación: Se describirá brevemente la finalidad del trabajo así como las características más relevantes del tema a tratar y su importancia en relación al sector agua.

Desarrollo del trabajo: Deberá incluir la mayor cantidad posible de datos precisos (económicos, financieros, matemáticos) que provengan de fuentes oficiales que puedan ser verificables.

Los cuadros, las gráficas, las fotos y las ilustraciones en general, deberán ser de muy buena calidad y presentarse al tamaño de 9 x 9 centímetros.

Conclusiones: Deberá exponer la manera en que la naturaleza y la trascendencia del tema tratado impactarán al sector agua y, si es el caso, a los miembros de la AMH en particular.

#### Enviar textos

A la licenciada Leonor Pintado, coordinadora de Contextos a: Manuel M. Ponce 339, 3er piso Col. Guadalupe Inn México, D.F. CP. 01020. Teléfono: 237-40-00. Extensión 418

### Formato para todas las secciones

Los trabajos habrán de presentarse capturados en *diskettes* de 3.5 pulgadas y procesados en Word o Word Perfect en cualquier tipo de letra.

Deberá presentarse una impresión original y una copia en hojas tamaño carta a doble espacio.

Se incluirá una página con el domicilio, teléfono, el fax y el correo electrónico del autor o autores.

La extensión máxima de los trabajos, incluidas ilustraciones, será de 10 cuartillas a doble espacio con una tipografía no menor de 11 puntos.



## DE CÓMO LA NACIÓN SE APROPIÓ DE LAS AGUAS DEL PAÍS

Luis Aboites Aguilar  
*El Colegio de México*

**E**l famoso párrafo inicial del Artículo 27 de la Constitución de 1917 que declara que “la propiedad de la tierra y las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la nación”, puede resultarnos algo natural si se le mira desde el siglo XX. Pero si se le observa desde el siglo XIX resulta un hecho novedoso que esconde una densa historia de pugnas políticas e institucionales. A su vez, esas pugnas sólo pueden explicarse en el marco de procesos económicos que creaban y recreaban los intereses concretos de los grupos sociales involucrados en los aprovechamientos hidráulicos.

Puede pensarse que la aseveración sobre lo novedoso del Artículo 27 anterior es inexacta puesto que en la época colonial, las aguas pertenecían a la colonia española y que, como equivalente jurídico-político de la nación, otorgaba derechos de agua a particulares y a corporaciones. Pero la diferencia es el complicado y desconocido siglo XIX. En este lapso el poder de la corona española fue eliminado y el nuevo país optó por una forma de organización política (la república federal) en la que el gobierno general distaba de contar con la fortaleza política que tenía el gobierno central en la estructura colonial.

En consecuencia, el manejo del agua quedó descentralizado a cargo de los estados, prefectos, jueces y, sobre todo, de los ayuntamientos. El gobierno general, aunque intervenía en ocasiones, no tenía injerencia real en el manejo de las aguas, a no ser por las obras de desagüe del valle de México.

El otorgamiento de derechos, la resolución de conflictos, las reglamentaciones e incluso la construcción de infraestructura eran asuntos que resolvían tanto autoridades locales, del gobierno y del poder judicial como las propias agrupaciones de agricultores y vecinos de las localidades (comunidades, barrios, asociaciones, sociedades).

Por lo anterior, es evidente que en siglo XIX el agua era un asunto primordialmente local. No había aguas nacionales ni cosa parecida. Había agua de pueblos, comunidades, barrios, haciendas y por supuesto de particulares.

La adjudicación de esos derechos de agua tenía origen en mercedes y composiciones coloniales o en concesiones de los gobiernos municipales o estatales ya en el período nacional, así como en simples operaciones de compraventa. En algunos lugares las aguas formaban parte de los predios, pero en otras las aguas eran un bien separado, una mercancía como cualquier otra, y existía lo que propiamente puede denominarse como mercado de aguas.

Esta situación se modificó sustancialmente durante el porfiriato cuando las grandes innovaciones tecnológicas y los importantes empresarios capitalistas revolucionaron los aprovechamientos hidráulicos. Esto es palpable tanto del lado de la irrigación a gran escala como el valle del Yaqui, la Comarca Lagunera y la desecación de varias lagunas, como por el lado de los proyectos hidroeléctricos como Necaxa y La Boquilla.

Con base en la ley de vías generales de comunicación de junio de 1888,

cuya expedición tiene que ver sin duda con los agudos conflictos hidráulicos laguneros, el gobierno federal obtuvo facultades de vigilancia, policía y reglamentación de los aprovechamientos hidráulicos públicos y privados.

Como nos explica Kroeber, esta ley marca el inicio de una tendencia político-legislativa mediante la que el gobierno federal acabó reclamando para sí, como representante de la nación, la propiedad de las principales corrientes del país (Kroeber, 1994).

En ese proceso es importante mencionar la ley de 1894, que daba atribuciones al gobierno federal para otorgar concesiones de agua con fines de generación de fuerza e irrigación; la que en 1896 impuso la confirmación federal de concesiones de los gobiernos estatales después de la ley de 1888; la de 1902 que incluyó a las aguas como parte del patrimonio nacional y finalmente la primera ley específica sobre aguas, la de jurisdicción federal de 1910.

Lo importante era que para entonces el gobierno federal aparecía como protagonista ineludible de los principales usos del agua, por lo menos en términos legales. Los particulares sólo podían tener acceso al agua a través de concesiones y confirmaciones; quedaba atrás la idea, sostenida por algunos, de que éste recurso era una mercancía como cualquiera y que por lo tanto era materia de derecho civil. Pero también quedaba atrás, por lo menos formalmente, la capacidad de los pueblos, comunidades y ayuntamientos para regular los usos del agua de sus jurisdicciones (Herrera y Lasso, 1994).



Es importante decir que, salvo en algunos ríos, estas nuevas facultades del gobierno federal tardaron en imponerse a lo largo y ancho del país. Esa tardanza no sólo se explica por la ignorancia federal sobre la hidrología del territorio nacional y sobre los usuarios o por la pequeñísima estructura burocrática de la Secretaría de Fomento.

Además de lo anterior, las nuevas facultades federales tardaron en establecerse con todo vigor porque encontraron una tenaz resistencia por parte de una variada gama de usuarios quienes se opusieron a perder facultades y derechos adquiridos. Por ejemplo, algunos ayuntamientos se resistían a ceder porque con ello prescindirían de una fuente de ingresos, o bien porque temían perder los recursos productivos del pueblo ante voraces empresarios privados. Por ello abundan las solicitudes de pueblos dirigidas a los presidentes de la república para evitar la declaración de las corrientes de jurisdicción federal (BAHA, 1995).

Esta historia de centralización política del porfiriato, que es equivalente a la que se dio en otros ramos como baldíos y bancos, no fue cuestionada por la Constitución de 1917. Al contrario, la definición de las aguas de la nación fue elevada a rango constitucional, como se vio al principio. Pero más importante que eso, el gobierno federal en el período posrevolucionario logró imponer con mayor efectividad sus facultades en materia hidráulica en buena parte del territorio. No sólo creció el aparato burocrático sino que las facultades federales se diversificaron notablemente.

En esa diversificación hay elementos de una ruptura muy clara con respecto al porfiriato que conviene resaltar para no caer en una visión continuista entre esta época y la posrevolución. Por un lado, el gobierno federal se dedicó a la construcción de obras de riego mediante la Comisión

Nacional de Irrigación, haciendo de las nuevas tecnologías (nuevos materiales, diseños, fuentes de energía) un sólido instrumento gubernamental para promover la destrucción del latifundio y la modernización de la agricultura.

Esta era la médula de la política de irrigación del callismo, inaugurada en 1926. Por otro lado, el estado mexicano nació con el compromiso de revertir el predominio de la gran propiedad y entregar tierras, aguas, bosques y agostaderos a los núcleos campesinos carentes de esos recursos productivos. De allí que la reforma agraria y la consecuente redistribución del acceso al agua se convirtieran en una expresión más de los cambios posrevolucionarios.

Es importante subrayar que tanto por el lado de la irrigación como de la reforma agraria, el gobierno federal se basaba en la propiedad originaria de la nación sobre los recursos territoriales.

Dicho de otro modo, la política de irrigación y la reforma agraria (a veces contrapuestas y excluyentes) no eran más que modalidades distintas de una misma condición política: el gobierno federal (el presidente de la república en pocas palabras) era la encarnación de la nación, o del interés nacional. En adelante, buena parte de los usos de agua pasaron a depender de las instituciones federales como el Departamento Agrario, la Comisión Nacional de Irrigación, la Secretaría de Agricultura y Fomento, los distritos de riego, la juntas de agua y, en cierto modo, de los comisarios ejidales. Estas criaturas no existían en el siglo XIX y deben considerarse como lo eslabones de una estructura que, como tal, culminaba con el ejecutivo federal.

Sin duda esa estructura federal, originada en el porfiriato y madurada en la época posrevolucionaria, trajo cambios sustanciales en las formas de apropiación y distribución del agua,



*El presidente Plutarco Elías Calles creó la Comisión Nacional de Irrigación haciendo de las nuevas tecnologías un sólido instrumento gubernamental, para promover la destrucción del latifundio y la modernización de la agricultura.*

en las maneras de ventilar diferencias y resolver conflictos, en las modalidades de construcción y conservación de la infraestructura.

Como se puede apreciar, éste es un tema vasto, complejo y por desgracia muy poco estudiado. Su conocimiento es aún más importante en vista de los profundos cambios que en esa misma estructura federal se están impulsando hoy en día.

## Referencias

- Boletín de Archivo Histórico del Agua, 1995, 2:5 número septiembre-diciembre. México, CIESAS.
- Clifton B. Kroeber, 1994, El hombre la tierra y el agua. Las políticas en torno a la irrigación en la agricultura de México, 1885-1911, México, Ciesas/IMTA, pp. 191-209.
- Herrera y Lasso, José, 1994, Apuntes sobre irrigación. Notas sobre su organización económica en el extranjero y en el país, México, CIESAS/IMTA, pp. 129-143.



## LAS ESTRATEGIAS DEL SECTOR HIDRÁULICO

César Herrera Toledo  
Comisión Nacional del Agua

Obtener del agua el mayor bienestar para todos los mexicanos, sin descuidar su preservación, es una aspiración legítima y meta primordial del sector hidráulico. Para ello durante los últimos años la Comisión Nacional del Agua, CNA, ha introducido cambios significativos en el manejo del recurso mismos que responden al acelerado crecimiento de la demanda, que en algunas regiones ya ha generado, entre otros perjuicios: una preocupante sobrexplotación y degradación de las fuentes de abastecimiento; contaminación ambiental y daños a la salud; una progresiva escasez de fuentes de abastecimiento adecuadas; rezagos acumulados en la cobertura y la calidad de los servicios de abastecimiento, alcantarillado y saneamiento y una insuficiencia de recursos financieros, a la que se suma una recuperación pobre de los costos operativos y de inversión e ineficiencia económica, originada por una asignación del agua desligada de la capacidad productiva de los usuarios, ajena a los costos reales del recurso y generadora de problemas sociopolíticos.

En el marco definido por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAP, la CNA refuerza sus acciones bajo los siguientes lineamientos:

- Mejorar el aprovechamiento del agua y de la infraestructura hidráulica.
- Administrar los usos del agua eficientemente.
- Modernizar la estructura organizativa del sector.

En el medio rural, será ampliada la cobertura del servicio, con financiamiento federal (50%) y de los gobier-

nos estatal y municipal. Se busca fomentar la sustentabilidad del servicio a través de la participación de los usuarios, la aplicación de tecnologías adecuadas y del apoyo de la federación y del gobierno estatal en labores de mantenimiento correctivo. El subsidio federal de inversión en este ámbito permanecerá indefinidamente, tomando en cuenta la marginación que presenta.

Las zonas urbanas reciben apoyo financiero para mantener la cobertura de los servicios al nivel de 1995, 96% en agua potable y 85.5% en alcantarillado; asimismo, se consolida la autosuficiencia financiera y operativa de los organismos operadores. Además, se trabaja en el diseño de nuevos esquemas de participación privada, adecuaciones legales y reglamentarias, así como el fortalecimiento comercial de estos organismos.

En las mayores urbes del país, se desarrollan proyectos de magnitud considerable. En el valle de México, se explotará una nueva fuente de abastecimiento a fin de incrementar el suministro de agua a la zona metropolitana de la ciudad de México en 5 m<sup>3</sup>/s; para el saneamiento de esta zona, serán construidas cuatro plantas para tratamiento de aguas residuales, con capacidad conjunta de 74.5 m<sup>3</sup>/s. Para Guadalajara, se incrementará el abastecimiento en 1.4 m<sup>3</sup>/s; será ampliada la red de alcantarillado, se construirán colectores y emisores, y tres plantas de tratamiento con capacidad total de 13.9 m<sup>3</sup>/s. Por último, en Tijuana se iniciará la rehabilitación del acueducto Río Colorado-Tijuana y el análisis de fuentes alternas de abastecimiento.

Para revertir el rezago en el saneamiento de aguas residuales, se fomentarán esquemas de coinversión o concesión con el sector privado, para atender la problemática de cuencas hidrológicas con un grado importante de contaminación en sus cuerpos de agua. Se espera que, en el año 2000, se tratarán el 55% de las aguas residuales captadas en los sistemas de alcantarillado del país,

Para el año 2000, serán tratadas en el país el 55% de las aguas residuales colectadas en los sistemas de drenaje, caudal seis y media veces mayor al que recibía tratamiento adecuado en 1995.

El programa hidroagrícola plantea corregir rezagos, privilegiar la construcción de obras en proceso y fomentar el uso eficiente del agua y la productividad. Las acciones se llevarán a cabo en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), los gobiernos estatales y los usuarios.

Los distritos de riego continúan siendo transferidos a los usuarios. Actualmente han sido transferidas 2'931,430 hectáreas, que representan el 89% de la superficie total de los distritos de riego del país; este proceso se concluirá en el año 2000.

Para fomentar la productividad, se llevan a cabo programas inscritos dentro de la estrategia integral de desarrollo rural de la Alianza para el Campo, en coordinación con la SAGAR y con esquemas de coinversión federal, estatal y de los usuarios.

Destacan el Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego, el Programa de Desarrollo Parcelario, el Programa de Uso Efi-



ciente del Agua y la Energía Eléctrica y el Programa de Uso Eficiente de la Infraestructura Hidroagrícola.

Otros programas buscan incrementar las superficies bajo riego. El de rriagación mayor está integrado por 19 proyectos en ejecución. Continuarán explorándose opciones para la participación privada en la conclusión de este tipo de proyectos. En cuanto a irrigación menor, se realizan diversas acciones en todo el país. Por último, se llevan a cabo acciones para la tecnificación de áreas de temporal. En la ejecución de estos programas, incluso en su financiamiento parcial, participan los usuarios organizados, a través de la coordinación con la SAGAR para conjuntar, dentro de la Alianza para el Campo, los esfuerzos y los recursos aplicados. Por otra parte, será concluida la transferencia de los distritos de riego a los usuarios, apoyando su operación autónoma y sostenible.

Para asegurar la administración eficiente del recurso, durante los últimos años se ha efectuado un esfuerzo importante para pasar de 170,0600 usuarios registrados al inicio de 1995, a 4 965,000 actualmente estimados en 1997. Para el año 2000, la CNA programa registrar a 30,018,000 usuarios que corresponden, prácticamente, al 100% del agua utilizada en el país. Por otra parte, con el fin de mejorar el sistema de registro e incrementar los montos percibidos, se fortalece el área de fiscalización, se promueve la cultura de pago y se desarrolla un sistema de información para el control de usuarios. En cuanto al control de la calidad del agua, se intensificará la vigilancia de las descargas de aguas residuales.

Al modernizar la administración del agua, con base en un conocimiento preciso de su disponibilidad, calidad y ubicación, se propiciará un control más eficaz en las descargas de aguas residuales, una recaudación

equitativa, y una mejor distribución del agua disponible que genere mayor riqueza para más mexicanos, sin descuidar los aspectos sociales y ambientales.

Las iniciativas anteriores se apoyan en la modernización del sector hidráulico, medio fundamental para lograr un manejo integral y eficiente del agua. En ella, los sectores social y privado, gobiernos municipales y entidades federativas, colaboran ampliamente en el logro de los objetivos sectoriales. Para tal fin, se moderniza la estructura organizativa del sector agua.

Con base en estas políticas, la mayoría de los usuarios del agua en México, contarán con títulos regularizados, seguridad jurídica y posibilidad de obtener mayor provecho del uso del recurso. La autoridad, a su vez, contará con elementos para conocer la demanda y mejorar la programación hidráulica.

La CNA implanta una nueva organización basada en criterios hidrológicos, con 13 regiones administrativas formadas por una o más cuencas.

Asimismo, se avanza en la colaboración de los usuarios en el financiamiento, construcción y operación de infraestructura, y son transferidos algunos programas operativos a los estados.

Como una instancia fundamental para la planeación y el manejo del agua por cuenca hidrológica, se instalan consejos de cuenca, con funciones de coadyuvancia en la administración de usos del agua, fomento al uso eficiente, programación hidráulica regional, así como de gestión y operación de mecanismos financieros.

En las acciones en curso se encauzan las tendencias recientes, que implican una mayor participación social, corresponsable con las acciones de gobierno, y se busca materializar la visión del sector hidráulico del futuro: técnica y económicamente eficiente, generador de riqueza para México, participativo y celoso de la preservación de los recursos naturales y los ecosistemas. Para alcanzar esa visión hoy se promueven, dentro de una crucial etapa de transición, tareas urgentes que requieren del concurso de todos.



La CNA implanta una nueva organización basada en criterios hidrológicos, con 13 regiones administrativas formadas por una o más cuencas.



# EL CENTENARIO DEL CANAL DEL DESAGÜE DEL VALLE DE MÉXICO

Manuel Perlo Cohen

*Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM*

**E**l 17 de marzo de 1900 el gobierno de la República puso en funcionamiento el canal del desagüe del Valle de México. El evento alcanzó tal importancia para el régimen de Porfirio Díaz, que se llevaron a cabo los más diversos y fastuosos actos para celebrar la ocasión. Este mismo día visitaron la obra el Presidente de la República, acompañado de sus secretarios de estado, miembros del cuerpo diplomático, representantes del Poder Legislativo y el Poder Judicial de la Federación, miembros del Ayuntamiento y del Consejo Superior de Salubridad, integrantes de varias corporaciones científicas, el presidente de la Junta Directiva del Desagüe y muchas otras personalidades, a quienes se ofreció un regio banquete en la población de Zumpango.

Para comunicarles la nueva a los habitantes de la ciudad de México el ejército lanzó salvas de artillería y por la noche fueron profusamente iluminados los principales edificios públicos, se hicieron oír los repiques de las campanas de los templos, se quemaron fuegos artificiales en la Plaza de la Constitución y las bandas del ejército amenizaron con piezas musicales la celebración del acontecimiento.

Pocos días después, en la apertura de las sesiones del Congreso de la Unión, el presidente Díaz informó de la terminación de tan magna obra y no dudó en llamarla la realización más importante de su gobierno.

En menos de tres años se cumplirá el primer centenario de vida del canal del desagüe del valle de México. Esta monumental obra ha desempeñado un papel fundamental en la historia moderna de la Ciudad de Méxi-

co y ha marcado un hito importante en la ingeniería mexicana. Vale la pena recordar algunos de los hechos históricos que determinaron su construcción y reflexionar acerca del papel que ha jugado a lo largo del presente siglo.

Su construcción tuvo como propósito fundamental salvar a la capital del país de las terribles inundaciones que permanentemente la asolaban con su devastadora cauda de desgracias: paralización de la economía, dislocamiento de las comunicaciones, destrucción de inmuebles, proliferación de epidemias y pérdida de vidas humanas.

El problema eran tan añejo como la historia misma de la ciudad. Durante los distintos periodos de los gobernantes encargados del poder central —virreyes, emperadores y presidentes— se presentó un afán por buscar alguna solución, pero las medidas que tomaron fueron insuficientes o en la mayor parte de los casos nunca pasaron de los proyectos y las recomendaciones.

No fue sino hasta la llegada de Porfirio Díaz al poder en 1876 y más particularmente durante su segundo periodo presidencial (1884-1888), cuando realmente se inició la construcción del desagüe general del valle de México.

En su diseño y construcción participaron, entre otros distinguidos ingenieros mexicanos, Luis Espinosa, Isidro Lombardo, Francisco de Garay y Manuel M. Contreras.

En su construcción se involucraron miles de trabajadores, se revolucionaron las técnicas y los procedimientos de trabajo utilizados en la

ingeniería hidráulica nacional, se invirtieron millonarias sumas de dinero obtenidas en gran parte mediante empréstitos extranjeros y en su organización intervinieron los más variados y poderosos personajes del régimen porfirista. Su culminación se vio acompañada por toda suerte de pasiones, intrigas y enfrentamientos entre distintos actores y protagonistas que formaron parte de esa empresa.

El desagüe del valle no fue una obra aislada, marcó el inicio de un vasto y ambicioso proyecto cuyo objetivo era dotar a la ciudad de México de los más eficientes y modernos servicios de agua y saneamiento. Le acompañaron la construcción de un moderno sistema de drenaje subterráneo, que sustituyó a las viejas e insalubres acequias a cielo abierto que desalojaban las aguas pluviales y negras de la ciudad, y del sistema de abastecimiento de agua *Xochimilco*, con el que se logró dotar a la capital del líquido necesario para satisfacer sus apremiantes necesidades.

A pesar de haberse realizado en distintos momentos, en circunstancias diferentes y a veces con objetivos diversos, estas tres grandes obras hidráulicas acabaron por conformar un sistema de funcionamiento interrelacionado. Las aguas que usaba la ciudad de México provenientes de *Xochimilco* desembocaban al sistema de saneamiento que, a su vez, se conectaba con el Gran Canal del Desagüe.

Además de la estrecha relación funcional que existía entre las obras, sus nexos se extendían al terreno administrativo, técnico, urbanístico y sanitario.



La importancia de estas magnas construcciones sobre el futuro de la ciudad de México y de sus habitantes fue crucial. La existencia de un moderno sistema de agua y drenaje, al nivel de las metrópolis más avanzadas de la época, permitió mejorar considerablemente las condiciones sanitarias de la capital, lo que redundó en una reducción de las tasas de mortalidad y morbilidad, alentó la inversión y el mejoramiento inmobiliario, creó condiciones más propicias para la expansión de la vialidad y del transporte en tranvías y automóviles en muchas zonas de la ciudad y alentó la expansión urbana hacia nuevas direcciones.

El desagüe general representa la alteración más profunda que haya sufrido el medio natural del valle de México en toda su historia y no sólo sirvió para atenuar las devastadoras inundaciones, también sentó las bases para el desarrollo del vasto y complejo sistema hidráulico sobre el que se ha asentado el crecimiento de la ciudad de México en los últimos cien años.

En muchos sentidos transformó radicalmente el destino de la ciudad de México y el de sus habitantes. Además de su impacto directo a mediano y largo plazos, el canal del desagüe fue también una obra de época o, me gustaría llamar, paradigmática, no sólo en el sentido que constituye la síntesis de un periodo determinado de la historia, sino que es aún más significativo el que su realización en sí misma constituyó el laboratorio donde se gestaron y reprodujeron relaciones sociales, sistemas de poder, redes de conocimiento y símbolos que marcaron un hito en la historia de la Ciudad de México y en la del país.

En distintas sociedades a lo largo de la historia, encontramos construcciones monumentales que se erigen en el emblema de su época, en la representación del régimen imperante. El canal del desagüe fue el símbolo del porfiriato. Su edificación le dió

forma y expresión a varios de los principales componentes que habían de caracterizar el *modus operandi* del régimen durante varias décadas: participación de empresas extranjeras, introducción de tecnologías avanzadas, utilización de préstamos internacionales, reestructuración de la administración pública, desarrollo de una tecnocracia nacional, centralización de la toma de decisiones en manos del Presidente y adopción de la ideología de la modernidad como aspiración nacional.

Hoy en día el canal del desagüe sigue siendo una pieza fundamental en la regulación hidráulica del valle. El suyo ha tenido que ser un proceso de reestructuración permanente para hacer frente a las demandas crecientes de una ciudad que, a comienzos del siglo, contaba con 500 mil habitantes y en la actualidad sobrepasa los 16 millones. Su cuerpo sigue y seguirá experimentando modificaciones, reparaciones y ampliaciones.

A lo largo de casi cien años de vida, el canal del desagüe ha prestado servicios fundamentales a la ciudad; esto lo entendió Porfirio Díaz con una gran visión histórica y tuvo razón cuando pensó que esta obra le permitiría alcanzar la gloria: la de haber asegurado la sobrevivencia y el futuro de la ciudad de México.

En la actualidad la problemática hidráulica del valle es distinta, pero no por ello menos aguda. Desde muchos puntos de vista la gravedad de los problemas es mayor; el agotamiento de los acuíferos, el elevado costo de los servicios, los hundimientos del subsuelo, la contaminación de los suelos agrícolas, el deterioro ecológico, los efectos negativos del uso de aguas negras, forman en conjunto un sistema complejo cuya solución no depende, como en el pasado, de la construcción de obras de infraestructura de grandes dimensiones, sino de una estrategia que aborde los distintos problemas de manera integral,

con el concurso de diversas especialidades de la ingeniería, la geofísica, la ecología, la hidrología, la biotecnología y la medicina.

El problema ya no es simplemente el exceso de agua, cuya solución se logró con la construcción de las obras de desagüe, sino la existencia de un modo histórico de producir, usar, desechar y hasta de pensar del agua. Cambiar dicho modelo, buscar un nuevo paradigma hidráulico, es el enorme reto que enfrentamos.

Tal vez parte de este cambio signifique dejar de pensar en el agua como un enemigo, como alguna vez aconsejó el Barón de Humboldt, pues en vez de combatirla, expulsarla, de alejarla lo más posible, tenemos que aprender a regularla y, sobre todo a conservarla.

Dentro de este esquema, la función que hoy cumple el Canal del Desagüe sería otra muy diferente a la que ha desempeñado durante casi un siglo. Ya no sería el conducto para alejarla del valle, sino el medio para limpiarla circularla y redistribuirla.

Las nuevas tecnologías disponibles, las experiencias de otros países y los primeros avances logrados en México permiten suponer que la solución es posible. Las decisiones que se tomen hoy tendrán repercusiones por muchos años, quizá por siglos. Esa es una de las enseñanzas que nos deja el recorrido por la historia de esta magna obra, lo que hagamos o dejemos de hacer afectará o beneficiará a las generaciones futuras y también ellas se encargarán de recordarlo, como nosotros lo hacemos hoy con el canal del desagüe.





## Ayudas para el cálculo hidrológico del drenaje pluvial de cubiertas de edificios

Daniel Francisco Campos Aranda  
 Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**I**nicialmente se destaca la sencillez e importancia de la estimación del gasto que se genera en los techos de los edificios; en su caso más importante, en las cubiertas de las naves industriales. Enseguida se describe el planteamiento propuesto para dicho cálculo hidrológico, el que está basado en el método o fórmula racional, considerando intensidades en cinco o dos minutos de duración y coeficiente de escurrimiento unitario. A continuación, se presenta la información disponible sobre curvas Intensidad-Duración-Periodo de retorno en la República Mexicana; presentando los valores de diseño para las capitales de los estados. Posteriormente, se describen los análisis complementarios requeridos para aplicar el procedimiento sugerido, el que se ilustra numéricamente para el valle de San Luis Potosí. Por último, se formulan dos comentarios relativos a los temas y cálculos expuestos.

### Introducción

### Planteamiento general

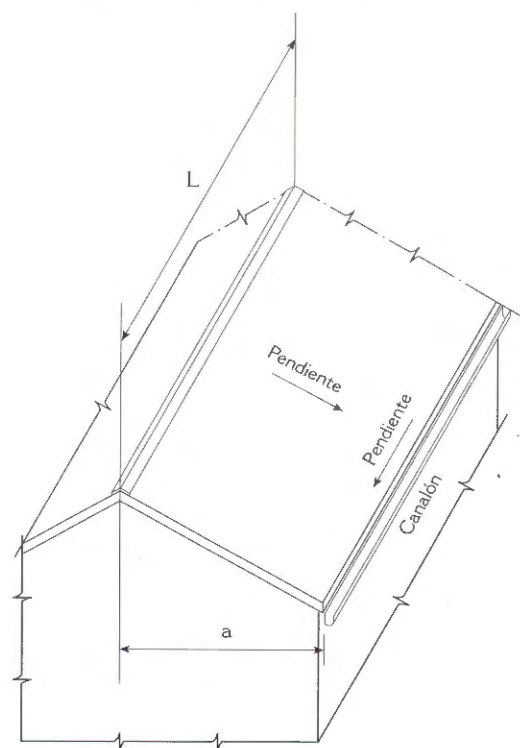
La estimación hidrológica del gasto que se genera en el techo de una construcción, constituye uno de los problemas más simples de la hidrología urbana y sin embargo, no existe un procedimiento estándar establecido. Por otra parte, el caso específico del drenaje pluvial de cubiertas de naves industriales es el más importante, debido a la magnitud de los gastos que se originan y a las consecuencias por desbordamientos en los canales de recolección, por una estimación insuficiente, o por el contrario, en inversiones cuantiosas por el sobredimensionamiento.

El procedimiento de estimación de los gastos pluviales por evacuar procedentes de cubiertas de naves industriales, primeramente recolectados en los canales laterales (ilustración 1), se basa en el método o fórmula racional, utilizando la intensidad de tormenta más corta que se procesa, esto es, cinco minutos ( $I_5$ ) y un coeficiente de

escurrimiento unitario ( $C = 1.0$ ), con la idea de compensar el hecho de que la intensidad debería ser de menor duración, puesto que los tiempos de concentración comúnmente son menores de cinco minutos (CEH, 1977).

Tal procedimiento se considera adecuado para el caso de cubiertas de naves industriales de gran magnitud, pero para el caso de otros edificios o construcciones de dimensiones menores se sugiere utilizar la intensidad en dos minutos ( $I_2$ ), la que ya es posible estimar con base en los resultados de Hershfield (1982).

1. Dimensiones en las cubiertas de las naves industriales (CEH, 1977)





Estos planteamientos, así como los análisis hidrológicos complementarios que son necesarios y que se describen con detalle, constituyen el objetivo fundamental de este trabajo. Tales análisis hidrológicos son expuestos con base en la aplicación del procedimiento propuesto para el cálculo de los gastos de drenaje pluvial procedente de cubiertas de naves industriales en la zona industrial del valle de San Luis Potosí.

## La fórmula racional

La designación de *racional* implica que el método no es empírico; esto no es totalmente cierto, ya que en su aplicación generalizada el coeficiente de escurrimiento es estimado con base en la experiencia. El método o fórmula racional considera que el escurrimiento máximo de una cuenca pequeña ocurre cuando la totalidad de tal área ( $A$ ) está contribuyendo y es igual a un porcentaje ( $C$ ) del producto de la intensidad de lluvia promedio ( $I$ ) por  $A$ . En realidad se denomina *fórmula racional* porque las unidades de sus cantidades en sistema inglés son numéricamente correctas, ya que un acre-pulgada/hora es igual a 1.008 pies cúbicos por segundo, valor que para fines prácticos se considera igual a la unidad, esto es (Williams, 1950; Jens & McPherson, 1964; WMO, 1983):

$$Q = C I A \quad (1)$$

Entonces, implícita en la determinación de la intensidad ( $I$ ) y en estipulación *cuando la totalidad de tal área ( $A$ ) está contribuyendo*, está la estimación del llamado tiempo de concentración ( $T_c$ ), definido como el tiempo de viaje de una partícula de lluvia desde el punto más remoto a la salida de la cuenca (Williams, 1950).

Para el caso del desagüe de cubiertas de naves industriales, con  $C = 1.00$ ,  $I_5$  en mm/h,  $Q$  en  $m^3/s$  y  $A$ , el área de drenaje en  $m^2$ , igual al producto de  $a$  por  $L$  (ilustración 1), la fórmula racional se transforma en:

$$Q = 2.778 \cdot 10^{-7} I_5 a L \quad (2)$$

Para el caso de techos o cubiertas de otros edificios con dimensiones menores se sustituye en la expresión anterior  $I_5$  por  $I_2$ .

En la fórmula racional se acepta que la probabilidad de excedencia o periodo de retorno (intervalo promedio en años), asociado al gasto máximo que se estima es igual al que tiene la intensidad máxima  $I$ . Para el caso de los drenajes pluviales de cubiertas de edificios es común utilizar periodos de retorno que oscilan entre los 5 y 50 años, de acuerdo a la magnitud y/o nivel de protección que se desea brindar (Chow *et al.*, 1988).

## Información sobre Intensidades máximas disponible en la República Mexicana

Actualmente se dispone de un catálogo de curvas isoyetas de intensidades ( $I$ ) por estados (SCT, 1990), para duraciones ( $D$ ) de 10, 30, 60, 120 y 240 minutos y periodos de retorno ( $Tr$ ) de 10, 25 y 50 años.

Estas curvas fueron construidas utilizando 421 estaciones pluviográficas, con un mínimo de ocho años de registro. Al tomar en cuenta que del documento citado únicamente se realizó un tiraje de 250 ejemplares, se deduce que será difícil contar con tal material, por ello se presentan en el cuadro 1 las intensidades (mm/h) en las duraciones y periodos de retorno citados, para las 32 capitales de los estados, por ser en estas ciudades donde existen las mayores necesidades del cálculo hidrológico del drenaje pluvial de cubiertas de edificios.

Como complemento, en el cuadro 2 se citan, por estados, las estaciones pluviográficas que fueron utilizadas para construir las curvas isoyetas (SCT, 1990), con objeto de tener conocimiento de las ciudades y/o poblaciones en donde se pueden obtener intensidades en las duraciones y periodos de retorno ya mencionados.

## Aplicación al valle de San Luis Potosí

### Análisis complementarios

Debido a que la información que proporcionan las curvas isoyetas de intensidades (SCT, 1990), comienza a partir de los diez minutos, se debe estimar primeramente la intensidad en cinco minutos ( $I_5$ ), para lo cual se sugiere alguno de los dos procedimientos siguientes, en función de la información disponible:

- Cuando se dispone de datos de intensidades observadas en las diez duraciones estándar, se procesan probabilísticamente y se calculan las relaciones entre los valores de las curvas isoyetas y los estimados en sus duraciones comunes; enseguida se representan estas relaciones por una ecuación de regresión múltiple, con  $D$  y  $Tr$  como variables independientes; finalmente con tal ecuación se obtienen extrapolaciones para las relaciones de duración cinco minutos y los periodos de retorno de diseño. Al multiplicar estas relaciones por las intensidades estimadas en cinco minutos, se obtienen los valores buscados de  $I_5$  asociados a los respectivos periodos de retorno de diseño.
- Cuando no se dispone de información pluviográfica, entonces se llevan al gráfico de la ilustración 2 los valores disponibles de intensidades (SCT, 1990; o cuadro 1), se trazan curvas continuas (curvas  $I-D-Tr$ ) y se ex-



## 1. Intensidades en mm/h en las capitales de los estados para las duraciones y periodos de retorno (Tr) indicados (SCT, 1990)

No.	Estación Pluviográfica:	Edo.	Extensión en km <sup>2</sup>	No. est.	Tr años	Duraciones en minutos				
						10	30	60	120	240
1	Aguascalientes	AGS	5589	2	10	98	58	38	23	13
					25	118	69	45	27	15
					50	132	79	51	31	18
2	Mexicali	BCN	70113	16	10	71	41	27	16	9
					25	82	47	31	16	10
					50	99	56	36	22	12
3	LaPaz	BCS	73667	10	10	100	53	37	18	8
					25	127	67	41	23	12
					50	145	79	48	26	13
4	Campeche	CAM	51833	2	10	180	108	70	42	22
					25	210	128	85	51	27
					50	240	143	95	57	31
5	Saltillo	COA	151571	9	10	121	67	41	22	11
					25	141	79	48	26	13
					50	157	86	53	28	14
6	Colima	COL	5455	5	10	180	118	72	40	21
					25	205	130	82	44	23
					50	222	141	87	40	21
7	Tuxtla Gutiérrez	CHS	73887	32	10	141	95	65	40	25
					25	167	112	77	48	25
					50	185	123	85	52	28
8	Chihuahua (interpolando)	CHI	247087	13	10	90	50	34	20	11
					25	100	60	40	23	12
					50	120	69	48	26	15
9	Mixcoac-Coyoacán-Tacubaya	D.F.	1499	13	10	163	86	51	26	12
					25	194	103	60	32	14
					50	224	119	70	37	17
10	Durango	DGO	119648	10	10	123	63	38	21	10
					25	148	76	45	24	12
					50	170	87	52	28	13
11	Toluca	EDM	21461	34	10	108	66	43	25	13
					25	128	80	52	31	14
					50	145	90	59	35	17
12	Guanajuato	GTO	30589	16	10	102	54	33	20	11
					25	128	67	42	24	13
					50	142	75	47	27	15
13	Chilpancingo	GRO	63794	22	10	116	68	40	20	9
					25	125	74	43	22	10
					50	132	77	45	23	10
14	Pachuca	HGO	20987	15	10	94	54	35	20	11
					25	120	71	46	27	14
					50	151	90	58	34	18
15	Guadalajara	JAL	80137	18	10	163	98	64	38	20
					25	190	115	75	45	23
					50	210	129	85	51	27
16	Morelia (interpolando)	MIC	59864	16	10	95	50	30	15	9
					25	110	60	34	19	10
					50	122	65	38	20	11
17	Cuernavaca	MOR	4941	2	10	140	95	63	39	20
					25	161	107	72	44	23
					50	177	119	80	48	25
18	Tepic	NAY	27621	4	10	145	97	68	44	25
					25	182	122	85	54	32
					50	210	139	97	63	37
19	Monterrey	NL	64555	18	10	160	90	58	34	18
					25	200	110	71	42	22
					50	228	127	82	48	25
20	Oaxaca	OAX	95364	32	10	101	65	44	27	14
					25	121	78	52	31	16
					50	140	89	59	36	18
21	Puebla	PUE	33919	9	10	142	81	51	30	15
					25	170	96	60	35	18
					50	190	108	68	39	20
22	Querétaro	QRO	11769	3	10	107	53	31	16	7
					25	113	58	33	17	8
					50	121	62	36	18	9
23	Chetumal	QR	50350	2	10	182	115	77	48	27
					25	223	140	95	58	32
					50	258	165	112	69	39
24	San Luis Potosí	SLP	62848	12	10	140	70	42	23	11
					25	175	88	51	28	14
					50	200	100	58	32	16
25	Culiacán	SIN	58092	9	10	155	111	80	50	26
					25	170	125	90	57	30
					50	182	135	98	62	33
26	Hermosillo	SON	184934	22	10	168	109	72	40	19
					25	198	128	86	49	22
					50	216	121	98	55	26
27	Villahermosa	TAB	24661	10	10	183	120	81	52	30
					25	208	132	91	58	33
					50	222	142	98	62	35
28	CiudadVictoria	TAM	76829	26	10	170	115	77	45	23
					25	202	135	92	54	28
					50	225	150	103	61	31
29	Tlaxcala	TLA	3914	6	10	127	66	42	24	13
					25	166	87	53	30	15
					50	202	106	63	35	17
30	Jalapa	VER	72815	23	10	156	98	67	44	25
					25	186	119	80	52	30
					50	209	132	90	58	33
31	Mérida	YUC	39340	3	10	180	120	85	54	30
					25	210	137	100	63	35
					50	233	157	112	72	40
32	Zacatecas (La Bufa)	ZAC	75040	7	10	92	53	35	21	12
					25	135	76	49	29	16
					50	164	94	60	35	19



## 2. Relación de estaciones pluviográficas disponibles en los mapas de isoyetas de los estados (SCT, 1990)

AGUASCALIENTES: *Aguascalientes*, El Niágara.

BAJA CALIFORNIA NORTE: Agua Caliente, Boquilla de Santa Rosa, Cañada Verde, Centinela, Ensenada, *Mexicali*, Olivares, Presa Rodríguez, San Carlos, San Luis Río Colorado, San Vicente, Santa Cruz, Santo Domingo, Santo Tomás, Tijuana, Valle de las Palmas.

BAJA CALIFORNIA SUR: El Refugio, El Rosario, *La Paz*, Pénjamo, San Antonio, San Bartolo, San José del Cabo, San Pedro, Sierra de la Laguna, Todos Santos.

CAMPECHE: *Campeche*, Hopelchén.

COAHUILA: Altares, Arroyo Amole, General Cepeda, Ciudad Acuña, La Laja, Piedras Negras, Sabinas, *Saltillo*, Torreón.

COLIMA: Armería, Cerro de Ortega, Cihuatlán, *Colima*, Manzanillo.

CHIAPAS: Agua Azul, Arco de Piedra, Argelia, Arriaga, Cacahuatán, Comitán, Despoblado, El Cedro, Finca La Soledad, Finca Santa Isabel, Horcones, Huehuetan, Huixtla, Ixcán, Jesús, La Escalera, Las Peñitas, Margaritas, Medio Monte, Nueva Esperanza, Pijijiapan, Presa Malpaso, Puente Colgante, Salto de Agua, San Jerónimo, San Joaquín, Santa María, Suchiate, Tapachula, Teapa, *Tuxtla Gutiérrez*, Villa Flores.

CHIHUAHUA: Barranca de Guadalupe, Cajoncitos, Ciudad Juárez, Colonia Díaz, *Chihuahua*, Delicias, Las Palomas, Llano Blanco, Nuevo Horizonte, Ojinaga, Porvenir, Presa El Granero, Presa Fco. I. Madero.

DISTRITO FEDERAL: Ajusco, Andalucía, C.FE., Colonia Agrícola Oriental, *Coyacán*, Desviación Alta, Ixtapalapa, La Fortuna, *Mixcoac*, Monte Altai, Multifamiliar Juárez, *Tacubaya*, Vertedor Milpa Alta.

DURANGO: Cañón Fernández, Ciudad Lerdo, *Durango*, Narciso Mendoza, Palmito, Peña del Águila, Pueblo Nuevo, Salomé Acosta, San Antonio de la Rosa, Sardinias.

ESTADO DE MÉXICO: Amecameca, Atlacomulco, Colonia Avila Camacho, Chapingo, El Salitre, El Tajo, El Tejocote, Enyege Santo Domingo, Gran Canal, Hacienda de la Y, Hacienda Solís, Huehuetoca, Huixquilucan, Ixtapa de la Sal, Juchitepec, Lerma, Molino Blanco, Palizada, Plan Lago de Texcoco, Presa Guadalupe, Presa Las Ruinas, Presa Tepetitlán, Repetidora T.V., San Bernabé, San Juan Totolapán, San Pedro Techuchulco, San Rafael, Santa María Magdalena, Santiago Tlazala, Temascalcingo, Tepexpan, *Toluca*, Tomatecomatepec, Viveros de la Paz.

GUANAJUATO: Ameche, Celaya, El Papalote, *Guanajuato*, La Begoña, La Sandía, Las Adjuntas, León, Lourdes, Moroleón, Presa Solís, Salamanca, Salvatierra, Santa María Yuriria, Santa Rita, Santa Rosa.

GUERRERO: Acapulco, Atenango del Río, Atoyac de Alvarez, Ciudad Altamirano, Copala, *Chilpancingo*, El Gallo, El Terrero, Iguala, Ixtapilla, La Parota, Llano Grande, Palos Altos, Petatlán, Quetzala, San Andrés, San Cristóbal, San Vicente, Santa Bárbara, Taxco, Tlacotepec, Xochistlahuaca.

HIDALGO: Ciudad Sahagún, Laguna de Apan, El Manantial, El Salto, Jasso, Los Hules, *Pachuca*, San Lorenzo Sayula, San Miguel Regla, Singuilucan, Tezontepec, Tlanchinol, Tula, Tulancingo, Zacualtipán.

JALISCO: Acatlán de Juárez, Atoyac, Bolaños, Ciudad Guzmán, Colotlán, Contla, Corrinchis, Chapala, Chiquisiltlán, El Grullo, El Pinito, El Tuito, *Guadalajara*, Lagos de Moreno, La Vega, San Sebastián, Tacotán, Tepetitlán.

MICHOACÁN: Agostitlán, Antúnez, Aquila, Bartolinas, Bosque, Cointzio, Corrales, Cuatro Caminos, El Pejo, El Zapote, La Villita, Los Limones, *Morelia*, Planta de Bombeo, Pucuat, Tepuxtepec, Yurécuaro.

MORELOS: Cuatla, *Cuernavaca*.

NAYARIT: Chapalagana, San Pedro, Tecuala, *Tepic*.

NUEVO LEÓN: Cadereyta, Cerralvo, Cola de Caballo, Cuchillo, Icamóle, Iturbide, Las Comitas, Las Enramadas, Linares, La Boca, Laguna de Sánchez, Mina, Montemorelos, *Monterrey*, Rayones, Rinconada, Santa Catarina, Villa de Allende.

OAXACA: Apasco, Ayutla (Mixe), Boquilla No. 1 (Nejapa), Cantón, Coixtlahuaca, Chalcatongo, Ecatepec, Huautla, Ixtlayutla, Ixtepec, Jacatepec, Jayacatlán, La Estrella, Magdalena Jicotlán, Miahuatlán, Monte Rosa, *Oaxaca*, Papaloapan, Paso de la Reyna, Puerto Angel, Quiotepec, Sachixtlahuaca, Salina Cruz, San Miguel Suchixtepec, San Pedro Nolasco, Santiago Apoala, Santiago Teotongo, Tlapacoyan, Tequisistlán, Tulancingo, Villa Alta, Zimatlán.

PUEBLA: Balcón del Diablo, Caltepec, Chignahuapan, El Carmen, El Paredón, *Puebla*, Tecamachalco, Telpatlán, 21 Poniente.

QUERÉTARO: El Publito, *Querétaro*, San Juan del Río.

QUINTANA ROO: Cozumel, *Chetumal*.

SAN LUIS POTOSÍ: Ciudad Valles, Damián Carmona, El Naranjo, Las Adjuntas, Nogal Oscuro, Río Verde, *San Luis Potosí*, Santa María del Río, Tamapatz, Tansabaca, Tierra Blanca, Vigas.

SINALOA: Acatitlán, *Culiacán*, Chapultepec, Guamuchil, Jaina, Mazatlán, Potrerillo, Rosario, Surutato.

SONORA: Abelardo Rodríguez, Agua Prieta, Alvaro Obregón, Cobata, Cocoroque, Adolfo Ruíz Cortines, Cuahtémoc, Ciudad Obregón, El Naco, El Orégano, Guaymas, *Hermosillo*, Imuris, La Angostura, La Estrella, La Joyita, Límite de Estado, Los Vidrios, Nogales, San Isidro, Sonoita, Sosabe.

TABASCO: Boca del Cerro, Cárdenas, Dos Patrias, Jalpa de Méndez, Macuspana, Paredón, Pueblo Nuevo, San Pedro, Teapa, *Villahermosa*.

TAMAULIPAS: Aeropuerto, Aqualulco, Aldama, Burgos, Cañón del Diablo, *Ciudad Victoria*, El Barretal, Jaumave, La Corona, La Soñadora II, Magitscatzin, Matamoros, Nuevo Laredo, Ocampo, Padilla, Paso de Molina, Presa República Española, Presa Vicente Guerrero, Puerto de Valles, Reynosa, San Carlos, San Fernando, San Gabriel, Soto La Marina, Tampico, Tula, Villagrán.

TLAXCALA: Atlanga, Cuamatzingo, Hueyotlipan, San Cristóbal, Singuilucan, *Tlaxcala*.

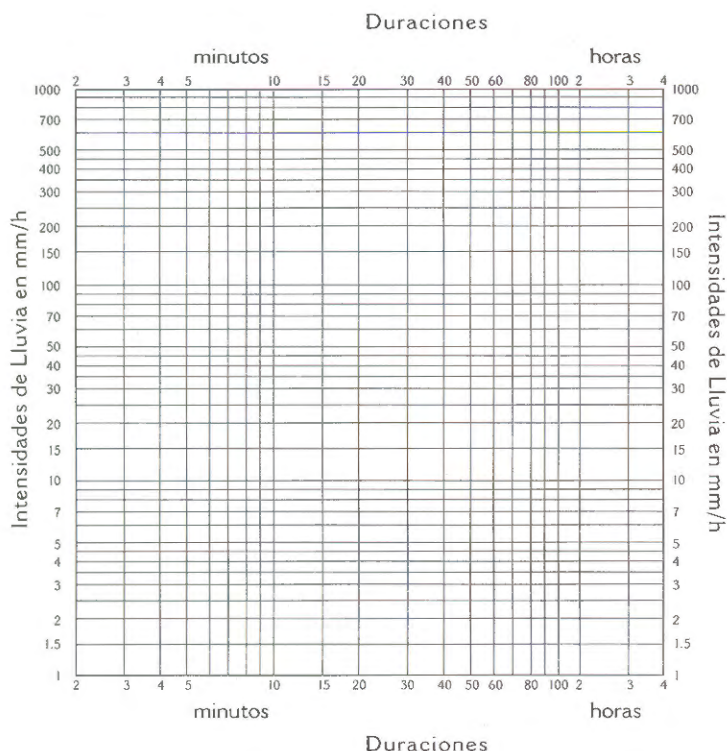
VERACRUZ: Acayucan, Actopan, Altotonga, Azueta, Carrizal, Coatzacoalcos, Cuatotolapan, El Tejar, Fortín, *Jalapa*, Las Animas, Martínez de la Torre, Miradores, Naolinco, Orizaba, Rancho Viejo, Santa Rosa, Sontecomapan, Tempoal, Tuxpan, Veracruz, José Cardel, Zempoala.

YUCATÁN: Izamal, *Mérida*, Progreso.

ZACATECAS: Cazadero, Excámé, La Bufa (*Zacatecas*), La Florida, Presa El Chique, Tecomate.



## 2. Gráfica para las curvas I-D-Tr



trapolan para la duración de cinco minutos. Para evitar la subjetividad del trazo de las curvas  $I-D-Tr$ , en la porción más convexa de tales curvas, se puede obtener una fórmula del tipo:

$$I = k Tr^h / D^n \quad (3)$$

## 3. Intensidades máximas anuales en mm/h observadas en la estación pluviográfica Facultad de Ingeniería de la UASLP

Años	Duraciones en minutos									
	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120
1974	56.4	47.4	43.6	35.1	25.4	16.9	12.8	9.6	7.7	6.4
1975	60.0	57.0	57.0	57.0	43.0	36.3	31.9	24.4	19.9	16.8
1976	36.0	27.0	26.0	25.5	22.4	17.4	15.0	14.3	13.5	12.7
1977	67.2	54.0	46.0	45.4	37.2	27.4	21.4	16.9	14.0	12.1
1978	40.8	33.6	32.4	24.1	26.0	21.3	18.1	14.7	12.2	10.6
1979	96.0	78.0	66.8	65.1	45.8	34.2	31.5	28.4	25.5	22.8
1980	54.0	48.0	38.0	30.6	22.0	15.8	12.5	10.0	8.6	7.4
1981	120.0	115.0	92.0	90.0	64.0	46.6	36.0	27.0	21.6	18.0
1982	60.0	33.0	24.0	21.0	18.0	15.0	11.5	11.0	11.0	10.0
1983	72.0	60.0	56.0	54.0	36.0	35.0	26.0	20.0	16.2	13.5
1984	84.0	50.0	40.0	30.0	26.0	23.0	22.0	18.0	15.0	13.0
1985	108.0	96.0	68.0	51.0	44.0	35.0	26.0	19.5	15.6	13.0
1986	62.0	60.0	58.0	57.6	38.4	25.4	19.2	14.4	11.5	10.0
1987	72.0	66.0	60.0	57.0	46.0	30.0	30.0	26.0	23.0	18.0
1988	60.0	36.0	32.0	27.0	24.0	17.3	14.0	11.2	10.5	10.0

donde,  $k$ ,  $h$  y  $n$  son los parámetros de ajuste, obtenidos con base en una regresión lineal múltiple (Campos, 1992). También se puede probar una ecuación del tipo (Chow *et al.*, 1988; Aparicio, 1989):

$$I = k Tr^h / (D + f)^n \quad (4)$$

Lógicamente, la selección de una ecuación de tipo 3 ó 4, dependerá de la bondad de su ajuste, medida ésta, por ejemplo, a través del coeficiente de correlación lineal múltiple y del error estándar de la estimación (Aparicio, 1989; Campos, 1992).

Las estimaciones de la  $I_2$  se realizan con base en el resultado obtenido por Hershfield (1982), que indica que la precipitación en dos minutos es aproximadamente el 50% de la correspondiente a cinco minutos, en el periodo de retorno de dos años.

### Recopilación de la información disponible de tormentas

En la zona urbano-industrial de la ciudad de San Luis Potosí solo existe un pluviógrafo ubicado en las instalaciones de la estación meteorológica de la Facultad de Ingeniería. La información disponible sobre intensidades máximas observadas en las diez duraciones estándar, abarca únicamente de 1974 a 1988 y se tiene en el cuadro 3. A partir de 1989 en adelante las bandas pluviográficas han sido enviadas al Servicio Meteorológico Nacional, SMN, y a la fecha no han sido procesadas.

### Resultados del análisis probabilístico

En el cuadro 4 se tienen los resultados del análisis probabilístico realizado con base en las distribuciones Gumbel y Log-Pearson tipo III, a los datos del cuadro 3 o estación pluviográfica Facultad de Ingeniería, así como los valores adoptados en cada una de las cuatro duraciones comunes y periodos de retorno de cinco, diez, veinticinco y cincuenta años.

En la función Gumbel los parámetros de ubicación y escala se estimaron con los métodos de momentos, sextiles y momentos de probabilidad pesada (Clarke, 1973; Kite, 1977; Greis & Wood, 1981) y en el caso de la función Log-Pearson Tipo III, sus parámetros de escala y forma se obtuvieron con el método de momentos aplicados en el dominio logarítmico y real (Bobée, 1975). En ambas distribuciones los parámetros adoptados fueron los que condujeron a un menor error estándar de ajuste (Kite, 1977).



## Intensidades de diseño en la ciudad de San Luis Potosí

A continuación se repiten los valores de las intensidades en mm/h que se pueden leer de las curvas isoyetas (SCT, 1990) para la ciudad de San Luis Potosí (cuadro 1):

Duración: (minutos)	Periodos de Retorno en años		
	10	25	50
Intensidades en 10	140.0	175.0	200.0
Intensidades en 30	70.0	88.0	100.0
Intensidades en 60	42.0	51.0	58.0
Intensidades en 120	23.0	27.5	31.5
Intensidades en 240	11.3	13.5	15.5

El ajuste de una fórmula del tipo de la ecuación 3, al utilizar únicamente las primeras nueve ternas de intensidad, duración y periodo de retorno, para mejorar el ajuste, conduce a la expresión siguiente (Campos, 1992):

$$I = 417.681 T_r^{0.2157} / D^{0.6787} \quad (5)$$

con:

Coeficiente de Correlación Múltiple = 0.9983  
Error Estándar de la Estimación = 0.03698

## Relaciones entre las intensidades de diseño y las adoptadas en el cuadro 4

En la tabulación siguiente se tienen las relaciones entre las intensidades del inciso anterior y las adoptadas para las duraciones y periodos de retorno comunes en el cuadro 4.

Duración: (minutos)	Periodos de Retorno en años		
	10	25	50
Intensidades en 10	1.538	1.577	1.587
Intensidades en 30	1.346	1.419	1.429
Intensidades en 60	1.273	1.275	1.318
Intensidades en 120	1.211	1.250	1.260

Las relaciones ( $R$ ) anteriores fueron representadas por una ecuación de regresión lineal múltiple (Campos, 1992), de tipo exponencial, con variables independientes 1: la duración ( $D$ ) y 2: el periodo de retorno ( $T_r$ ). A partir de las 12 ternas ( $R$ - $D$ - $T_r$ ) disponibles se obtuvo la ecuación:

$$R = 1.795245 T_r^{0.02596} / D^{0.09698} \quad (6)$$

con:

Coeficiente de Correlación Múltiple = 0.9889  
Error Estándar de la Estimación = 1.570108  $E^{-02}$

Con base en la ecuación 6 se obtienen las relaciones para la duración de cinco minutos y periodos de retorno de cinco, diez, veinticinco y cincuenta años, éstas son: 1.601, 1.630, 1.670 y 1.700, respectivamente.

## Intensidades de diseño en cinco minutos

Al multiplicar las relaciones anteriores por las correspondientes intensidades de cinco minutos de duración adoptadas en el cuadro 4, se obtienen las intensidades de diseño ( $I_5$ ) buscadas, éstas son:

para  $T_r = 5$  años  $I_5 = 1.601 \cdot 88.0 = 140.9$  mm/h  
para  $T_r = 10$  años  $I_5 = 1.630 \cdot 102.0 = 166.3$  mm/h  
para  $T_r = 25$  años  $I_5 = 1.670 \cdot 120.0 = 200.4$  mm/h  
para  $T_r = 50$  años  $I_5 = 1.700 \cdot 134.0 = 227.8$  mm/h

## Fórmulas para los gastos de drenaje en cubiertas de naves industriales

Finalmente, con base en la ecuación 2 y de acuerdo a los resultados del inciso anterior, las fórmulas de los gastos máximos en litros por segundo (l/s) al extremo del canalón (ilustración 1), serán:

$$Q_5 = 0.0391 a L \quad (7)$$

$$Q_{10} = 0.0462 a L \quad (8)$$

$$Q_{25} = 0.0557 a L \quad (9)$$

$$Q_{50} = 0.0633 a L \quad (10)$$

## Fórmulas para los gastos de drenaje en techos de edificios

A partir de las intensidades estimadas en cinco minutos, se obtienen las respectivas precipitaciones en tal duración, cuyo producto por 0.50 conduce a las estimaciones de la precipitación en dos minutos, su transformación a intensidades produce los valores siguientes:

para  $T_r = 5$  años  $I_2 = 176.1$  mm/h

para  $T_r = 10$  años  $I_2 = 207.9$  mm/h

para  $T_r = 25$  años  $I_2 = 250.5$  mm/h

para  $T_r = 50$  años  $I_2 = 284.7$  mm/h

Al aplicar la ecuación 2 y de acuerdo a los resultados anteriores, las fórmulas de los gastos máximos en litros por segundo (l/s) para el drenaje de techos de edificios, cuya área es  $A$  en  $m^2$ , serán:



#### 4. Intensidades en mm/h asociadas a los periodos de retorno indicados en la estación pluviométrica Facultad de Ingeniería de la UASLP

Modelo Probabilístico:	Duración: (minutos)	Periodos de Retorno ( $T_r$ ) en años			
		5	10	25	50
Gumbel	5	88.1	103.0	121.8	135.8
Log-Pearson tipo III	5	87.4	101.4	119.0	132.0
<i>Adoptados</i>	5	88.0	102.0	120.0	134.0
Gumbel	10	76.0	91.2	110.5	124.7
Log-Pearson tipo III	10	74.0	89.8	111.3	128.5
<i>Adoptados</i>	10	75.0	91.0	111.0	126.0
Gumbel	30	44.2	52.1	62.0	69.4
Log-Pearson tipo III	30	43.8	51.9	62.3	70.4
<i>Adoptados</i>	30	44.0	52.0	62.0	70.0
Gumbel	60	28.2	33.4	40.0	44.8
Log-Pearson tipo III	60	28.2	33.1	39.0	43.4
<i>Adoptados</i>	60	28.2	33.0	40.0	44.0
Gumbel	120	16.3	19.1	22.5	25.1
Log-Pearson tipo III	120	16.4	18.9	21.8	24.0
<i>Adoptados</i>	120	16.0	19.0	22.0	25.0

$$Q_5 = 0.0489 A \quad (11)$$

$$Q_{10} = 0.0578 A \quad (12)$$

$$Q_{25} = 0.0696 A \quad (13)$$

$$Q_{50} = 0.0791 A \quad (14)$$

#### Comentarios finales

**Primero:** se espera que el procedimiento descrito, así como los análisis hidrológicos complementarios expuestos, contribuyan a normar y estandarizar la estimación de los gastos del drenaje pluvial de cubiertas de edificios.

**Segundo:** en la aplicación numérica descrita, se ha dado confianza mayor a los resultados del procesamiento probabilístico de la información pluviográfica disponible, por ello la estimación de las intensidades en cinco minutos se ha basado únicamente en las relaciones deducidas y no se han contrastado por ejemplo, con las que se obtendrían de la extrapolación gráfica de las curvas  $I-D-T_r$ , representadas con la ecuación 5.

#### Agradecimientos

Al los ingenieros Othón Cervantes del Servicio Meteorológico Nacional y Daniel Moreno Castro, encargado de la estación meteorológica de la Facultad de Ingeniería de la UASLP, por haber proporcionado la información pluviográfica utilizada en este trabajo.

#### Bibliografía

1. Aparicio M., F. J. 1989. *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Capítulo 6: Precipitación, páginas 113-176. Noriega Editores. México, D.F.
2. Bobée, B. 1975. The Log Pearson Type 3 Distribution and its application in Hydrology. *Water Resources Research*, Vol. 11, No. 5, pp. 681-689.
3. Campos A., D.F. 1992. *Procesos del Ciclo Hidrológico*. Anexo C: Regresión y correlación lineales, páginas C-1 a C-12. Librería Universitaria Potosina. San Luis Potosí, S.L.P. Segunda reimpresión.
4. Centro de Estudios Hidrográficos (CEH). 1977. *Apuntes del XII Curso Internacional de Hidrología General y Aplicada*. Ministerio de Obras Públicas-UNESCO. Madrid, España.
5. Clarke, R. T. 1973. *Mathematical Models in Hydrology*. Chapter 5: The estimation of floods with given return period, pp. 130-146. Irrigation and Drainage Paper 19. FAO, Rome, Italy.
6. Chow, V. T., D. R. Maidment, & L. W. Mays. 1988. *Applied Hydrology*. Chapter 13: Hydrologic Design, pp. 416-443 and Chapter 14: Design Storms, pp. 444-492. McGraw-Hill Book Co. New York, U.S.A.
7. Greis, N.P. & Wood, E.F. 1981. Regional Flood Frequency Estimation and Network Design. *Water Resources Research*, Vol. 17, No. 4, pp. 1167-1177.
8. Hershfield, D. M. 1982. 2-Minute Rainfall Extremes. *Proc. of the International Symposium on Hydrometeorology*, pp. 585-588. American Water Resources Association. June 13-17, Denver, Colorado, U.S.A.
9. Jens, S. W. & M. B. McPherson. 1964. *Hydrology of Urban Areas*. Section 20 in the Handbook of Applied Hydrology, Editor-in-chief Ven Te Chow. McGraw-Hill Book Co. New York, U.S.A.
10. Kite, G. W. 1977. *Frequency and Risk Analyses in Hydrology*. Chapter 8: Type I extremal distribution, pp. 87-104 and chapter 12: Comparison of frequency distributions, pp.156-168. Water Resources Publication. Fort Collins, CO., U.S.A.
11. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). 1990. *Isoyetas de Intensidad-Duración-Frecuencia*. República Mexicana. Subsecretaría de Infraestructura. Dirección General de Proyectos. México, D.F. (495 páginas).
12. Williams, G. R. 1950. *Hydrology*. Chapter IV in the Engineering Hydraulics, edited by Hunter Rouse. Proceedings of the Fourth Hydraulics Conference. Iowa Institute of Hydraulics Research. June 12-15, 1949. John Willey & Sons, Inc. New York, U.S.A.
13. World Meteorological Organization (WMO). 1983. *Guide to Hydrological Practices*. Volume II, Chapter 7: Applications to Water Management, pp. 7.1-7.74. WMO-No. 168. Secretariat of the WMO. Geneva, Switzerland. Fourth edition.



## Investigación para determinar el problema de corrosión en los sistemas de distribución de agua potable que manejan los organismos operadores mexicanos

Alfredo A. González Camacho  
*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*

Jean Genescá  
*Universidad Nacional Autónoma de México*

Una encuesta preparada para la Organización Panamericana de la Salud, OPS, y aplicada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA, a los diferentes organismos operadores indica que un alto porcentaje de los encuestados coinciden, de una manera notoria, en que la corrosión es un problema importante para la mayoría de ellos.

### Introducción

La corrosión es un fenómeno natural que provoca grandes pérdidas materiales, tanto a los sectores químicos, petroquímico y farmacéutico, como al sector agua. Su impacto se manifiesta de diversas formas:

- ❑ Paros en el suministro de agua por fugas.
- ❑ Pérdida de fuertes montos necesarios para el mantenimiento correctivo.
- ❑ Daño a la salud humana, debido a productos corrosivos o contaminantes que llegan al agua potable a través de perforaciones en tanques de almacenamiento, líneas de conducción y accesorios de la infraestructura hidráulica.

Un ejemplo de los daños que puede provocar la corrosión, se observa en la fotografía enviada al IMTA por un organismo operador. En ella se muestra la sección de una tubería de las redes de distribución de agua con perforaciones que van, desde unos cuantos centímetros, hasta llegar a ocupar casi la mitad del diámetro de la tubería.

Ciertamente la corrosión se debe a innumerables factores, lo que implica su detección, pero también es cierto que su control y prevención es posible siempre y cuando se identifique a tiempo.

Por ello el IMTA y la OPS llevaron a cabo una encuesta en el país, cuyos resultados servirán de base para identificar la posible problemática y su correspondiente solución.

Para la elaboración del presente trabajo se tomó como referencia el estudio sobre la *Determinación de la dimensión del problema de corrosión en los acueductos del país*, que llevaron a cabo el IMTA y la Comisión Nacional del Agua, CNA, en octubre de 1994. En los acueductos estudiados se pudieron observar una diversidad de problemas ocasionados, principalmente, por una inadecuada aplicación, control y mantenimiento de los sistemas de protección anticorrosivos.

Este trabajo forma parte del programa de apoyo a los organismos operadores que desarrollan actualmente la CNA y el IMTA; sin embargo, su éxito dependerá de la cooperación e interés de estos organismos.

### Organismos encuestados

Las encuestas provienen de 21 estados de la República, en los que se ubican los organismos operadores más importantes.

1. *Daños que puede provocar la corrosión en una tubería de las redes de distribución de agua*





La encuesta persiguió dos objetivos:

- Recopilar la mayor cantidad de información posible que muestre la problemática que ocasiona la corrosión en el sector.
- Evaluar las necesidades de los organismos operadores en esta área.

De las 125 encuestas enviadas, se recibió contestación de cincuenta, que representa el 40%. Dicho porcentaje puede considerarse bueno, especialmente si se toma en cuenta que el grado de participación en encuestas similares realizadas en otros países flutúa entre 10 y 20%, y una realizada en México sobre un tema similar fue de 32%.

Aunque las preguntas pueden parecer demasiado simples, se consideraron necesarias para obtener un primer panorama de la situación del problema de corrosión a los que se enfrenta el sector agua en México.

## Respuestas a la encuesta

1. ¿Se presentan en los equipos y/o instalaciones problemas de corrosión?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

1.1 En caso afirmativo precisar el tipo de instalación.

1.2 Tipo de material de la instalación que se ha deteriorado.

Se observa que el 98% de los organismos operadores que constataron la encuesta reportan problemas de corrosión en sus instalaciones, destacándose los pozos con 28.3% del total, así como las plantas de bombeo con 20.47%. Este alto porcentaje coincide con el obtenido en una encuesta anterior realizada a la industria química nacional.

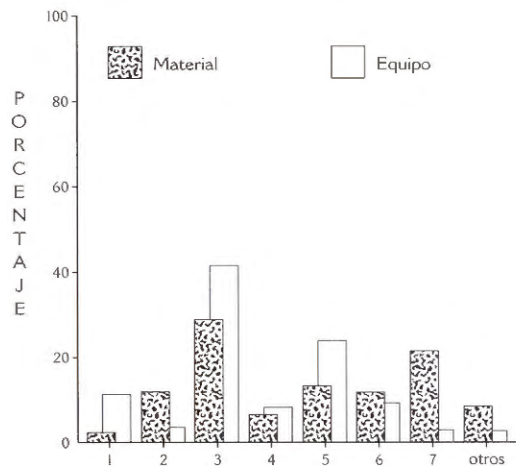
El acero y el acero galvanizado son los materiales que los encuestados indicaron que sufren mayor daño por el fenómeno de corrosión con 40% y 23%, respectivamente. Los materiales restantes oscilan desde 10.6% para el concreto, hasta 0.8% para los plásticos. La ilustración 1 muestra los porcentajes de las instalaciones y materiales dañados por la corrosión.

2. ¿Dispone el organismo operador de técnicos especialistas en corrosión?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

En caso afirmativo, detallar número y de ser posible carrera profesional.

## 1. Equipos e instalaciones con problemas de corrosión



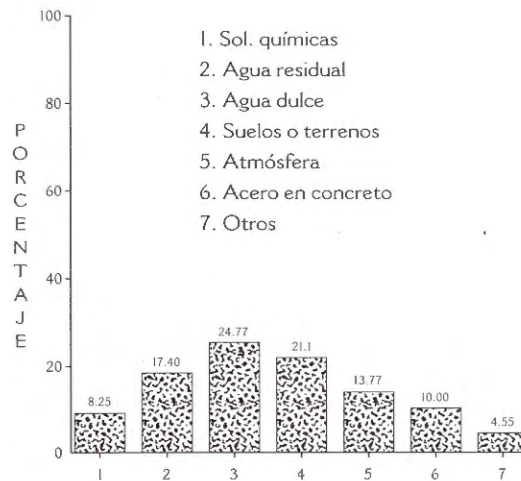
El 94% del total de los organismos operadores encuestados no disponen de técnicos o personal especializado en corrosión.

3. ¿Cuáles son los ambientes en los que se presenta con mayor frecuencia la corrosión, de acuerdo al siguiente listado?

Los ambientes en los que se presenta con mayor frecuencia el problema de corrosión se describen en la ilustración 2. Se observa que 25% corresponde al agua dulce, y 17.5% al agua residual.

El fenómeno también se presenta, aunque en menor grado, en otros ambientes como el atmosférico y en soluciones químicas.

## 2. Ambientes en los que se presenta la corrosión



CORR-5-CH3/COOR VOL.4/5 DIC 94



Aunque resulta lógico, a la vez es preocupante que sea el agua potable el medio que provoca los mayores problemas de corrosión, ya que constituye la materia prima principal del sector encuestado. Este estudio desmiente la creencia generalizada de que el agua no es un líquido que se puede calificar de corrosivo.

El derrame de agua no genera un problema ambiental. En cambio su presencia en sustancias que provienen de un proceso de corrosión (plomo por ejemplo), es un grave problema de salud pública, como lo tiene bien reglamentado la Organización Mundial de la Salud, OMS.

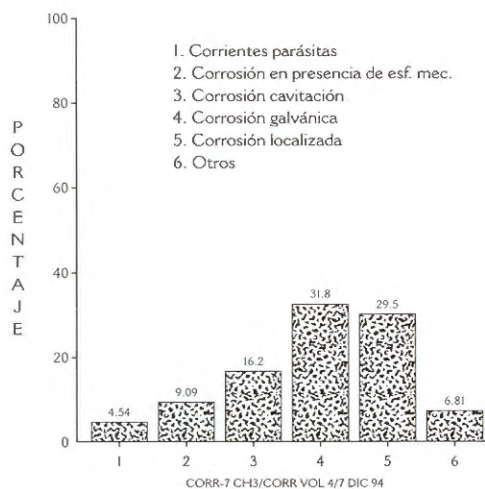
#### 4. ¿Qué tipo o forma de corrosión, de los listados a continuación, se presenta con mayor frecuencia?

La corrosión galvánica, 31.8%, y la corrosión localizada, 29.5%, se presentan con mayor frecuencia. En la ilustración 3 se observa la frecuencia de los diferentes tipos de corrosión. La alta incidencia de la corrosión galvánica coincide con los resultados obtenidos en una encuesta llevada a cabo por la Facultad de Química de la UNAM y es una evidencia clara de la importancia que representa la selección de los materiales adecuados.

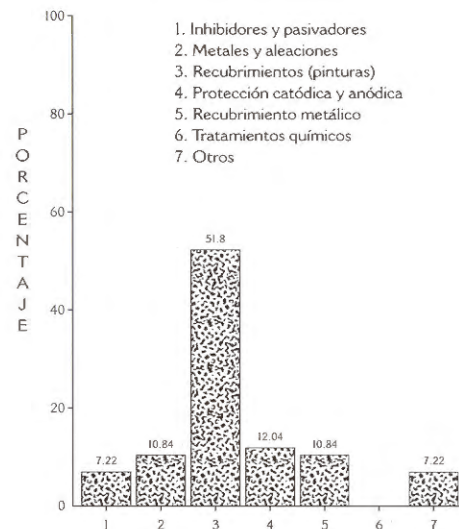
#### 5. ¿Qué métodos, de los listados a continuación, se utilizan para prevenir la corrosión?

El método más utilizado es la aplicación de recubrimientos con 51.8%; el uso de metales y aleaciones resistentes a la corrosión, protección catódica y recubrimiento metálico representan alrededor del 10% cada uno. La ilustración 4 muestra los porcentajes de la utilización de cada uno de los métodos.

#### 3. Forma de corrosión que se presenta con mayor frecuencia



#### 4. Métodos utilizados para prevenir la corrosión



Es evidente el predominio del uso de pinturas como la principal forma de prevenir la corrosión, lo que concuerda con todos los estudios realizados hasta la fecha, incluido el informe Hoar. Aquí cabría señalar la necesidad de contar con inspectores calificados para la certificación correspondiente.

#### 6. ¿Que métodos de control o seguimiento de la corrosión utilizan, de los listados a continuación?

El 55% del total de los organismos operadores encuestados utiliza la inspección visual, mientras el 25% no emplea método alguno (ilustración 5).

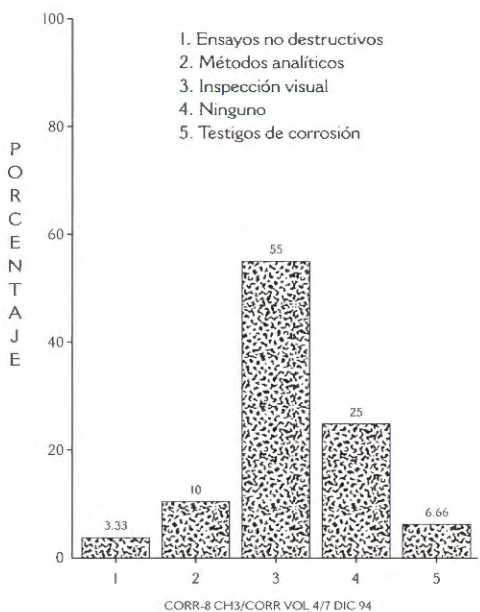
Las buenas prácticas del *corrosion monitoring*, que podemos traducir como control o seguimiento de la corrosión, puede constituir una buena ayuda para la mayoría de los organismos operadores, ya que permitiría un *control on line* y un conocimiento del estado que guardan los diferentes ductos e instalaciones utilizados para el almacenamiento y distribución del agua potable. Esta demanda se ve reflejada en la contestación obtenida en la pregunta 8.

#### 7. ¿Sería de utilidad para este organismo operador recibir mayor información y/o capacitación en corrosión en algunas de las siguientes áreas?

De acuerdo con las respuestas de los organismos operadores se nota una gran preocupación por conocer, prevenir, controlar y dar seguimiento al fenómeno de la corrosión. Requieren mayor información sobre corrosión, control y recubrimientos, a través de folletos, guías, ma-



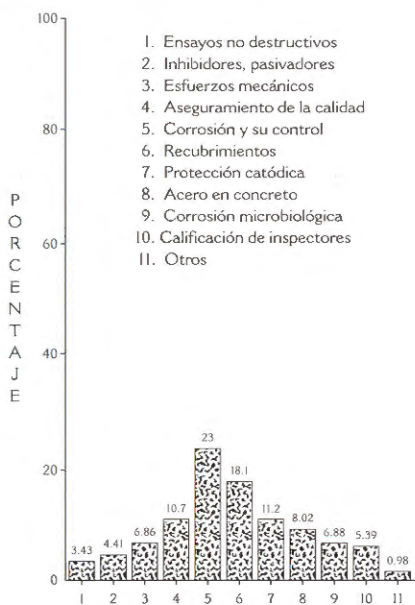
## 5. Métodos utilizados para el control y seguimiento de la corrosión



nuales y otro tipo de documentos. La representación gráfica de estos porcentajes se muestra en la ilustración 6.

Esta respuesta coincide con la obtenida en la encuesta realizada por la UNAM, que dio como resultado la creación del diplomado en Ingeniería de Corrosión y Protección de la Facultad Química. Sin embargo, y como se

## 6. Métodos utilizados para el control y seguimiento de la corrosión



comprueba en el siguiente apartado, los organismos encuestados se inclinan por la información impresa.

Parece fundamental la edición de guías como lo hizo en su tiempo el gobierno inglés y actualmente lo hacen algunos países de Iberoamérica, entre ellos México.

Los responsables de la encuesta que ocupa el presente estudio han preparado una serie de guías, gracias al apoyo de la OPS y el IMTA. Con su publicación se espera, en alguna forma, satisfacer esta demanda.

## 7.1 ¿Qué tipo de ayuda preferiría de las citadas a continuación?

El 31% de los organismos operadores encuestados requiere información escrita (ilustración 7). Debido a que existe muy poco personal especializado en el área de corrosión, se hace patente la necesidad de realizar cursos, talleres y seminarios sobre este tema.

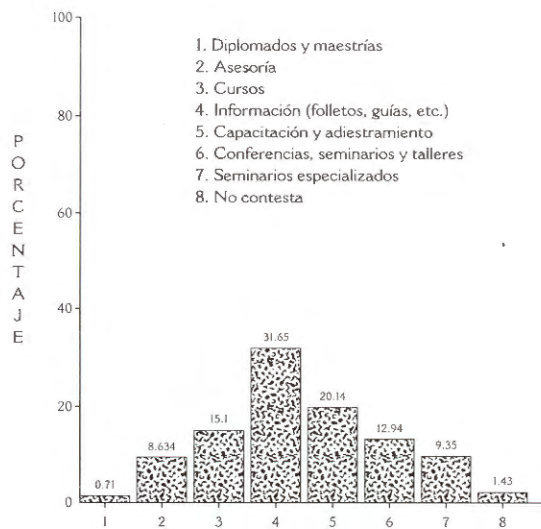
## 8. ¿Estaría interesado este organismo operador en un programa de prevención?

El 96% de los organismos operadores encuestados tiene interés en la implementación de programas para la prevención y el control de la corrosión.

## 9. ¿Dispone de información sobre los costos directos e indirectos que a este organismo operador le ocasiona la corrosión?

El 88% de los encuestados carece de información al respecto.

## 7. Ayuda que requiere el organismo





## 10. ¿Proyecta este organismo operador instalar un sistema de aseguramiento de la calidad?

Se detectó que poco más de la mitad de los organismos operadores encuestados, es decir el 68%, tiene planeada la implantación de sistemas de aseguramiento de la calidad.

### Conclusiones

La naturaleza preliminar y necesariamente cualitativa de este estudio, que en realidad sólo ha servido para poner de manifiesto los problemas relacionados con la corrosión que afectan a los organismos operadores, no significa que en un futuro inmediato se puedan llevar a cabo las acciones necesarias que puedan ayudar a mitigar los efectos nocivos de la corrosión.

A pesar de que el presente estudio es sólo uno de los tantos que deben realizarse para determinar con precisión el o los problemas de corrosión que cada lugar tiene, servirá como base para estudios posteriores que permitan la solución a dichos problemas.

Se ha podido comprobar que el fenómeno de corrosión es un problema muy frecuente en los sistemas de distribución de agua potable. De las empresas encuestadas, 98% reconoce que los problemas de corrosión son muy comunes, lo cual da una idea de la magnitud del problema, además de los daños que generan tanto económicos como de salud.

La mayoría de los organismos operadores no cuenta con personal especializado en el área de corrosión. De hecho, solo 6% cuenta con ellos. De ahí que, al no ser atacado el problema en la forma apropiada, se puedan generar otros que provoquen mayores daños.

De las empresas que contestaron la encuesta, 25% no utiliza métodos de control o seguimiento de la corrosión. Las empresas que si lo hacen, emplean aquellos catalogados como convencionales: inspección visual, métodos analíticos, testigos corrosimétricos y ensayos no destructivos. Estos métodos deben aplicarse correctamente para que sus beneficios sean óptimos.

Es evidente que se requiere de la formación de especialistas en corrosión. Esta podría estimularse mediante

la realización de acciones de educación continua y diplomados como el que se imparte en la Facultad de Química de la UNAM.

La totalidad de los organismos operadores están interesados en implementar programas para el control de la corrosión. El 68% proyecta instalar programas de aseguramiento de la calidad, lo que revela el interés que se tiene para enfrentar el problema.

Es evidente que el sector agua está desprotegido en este sentido, ya que no cuenta con instalaciones y personal especializado para la solución de la problemática generada por la corrosión. Se requiere mayor apoyo por parte de los organismos operadores, la CNA y de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, para la solución de los problemas de corrosión en este sector.

### Agradecimientos

El análisis de los resultados de este estudio no hubiera sido posible sin la valiosa colaboración de los estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Morelos, que realizan su servicio social en el IMTA:

Jorge Romero Amaro  
Verónica Fuentes Hernández  
Mirna Ojeda Hernández  
Fredy Albarrán Cmapos  
Héctor Hernández Lagunas

### Bibliografía

- González A. A.; Cuéllar R.; Berthier F, Vera L., Estudio para determinar la dimensión del problema de corrosión en el sector hidráulico del país México, CNA, 1991, 24 pp.
- F. Manwaring, Problemas of external corrosion in water distribution systems, España, Sociedad General de Aguas de Barcelona, 1991, 10 pp.
- Genescá Joan; González Alfredo, Memorias del taller: La corrosión y su control en sistemas de distribución de agua potable, México, IMTA-OPS, 1994, 21 pp.
- Encuesta: Imagen interna de la CNA, México, IMTA 1992, 17 pp.
- Ávila Javier; Genescá Joan. "Corrosión y protección en la industria química mexicana", México *Revista de Ciencia y Desarrollo*, CONACYT, 1985, 9 pp.
- Hoar Chairman T.P. Report of the Committee on Corrosion, London, H.M.S.O., 1971.



## Evaluación de pérdidas en redes de distribución de agua potable

Felipe I. Arreguín  
Leonel Ochoa Alejo

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*

Antonio Fernández Esparza  
*Comisión Nacional del Agua*

**S**e presentan los antecedentes de los estudios de pérdidas potenciales de agua en México y un método para determinarlas en tomas domiciliarias, redes de distribución y medidores domiciliarios. El método se basa en el muestreo aleatorio estratificado y el aforo de fugas en tomas, medición en distritos hidrométricos y verificación de micromedidores domiciliarios. Los resultados de aplicación del método permiten identificar pérdidas en diferentes zonas de la ciudad, las causas que contribuyen a su ocurrencia y las acciones que se deben programar para recuperar esta agua. El método se aplicó en 23 sistemas de distribución de agua potable de ciudades de México, donde se demostró su bondad.

### Introducción

Las pérdidas más significativas en una red son las fugas, éstas pueden llegar a ser hasta del 51% del agua conducida como en la ciudad de Laval, Canadá; o del 50% en Courville en el mismo país, (AWWA, 1985); a nivel nacional estos porcentajes en promedio suelen ser altos, por ejemplo en Malasia ha llegado a ser del 40% y en Brasil y Suecia del 25% (Lai, C. C, 1991); en México las fugas son del orden del 39 por ciento.

Después de las fugas, la submedición suele ser el segundo factor de pérdidas, por ejemplo en Malasia los errores de medición son del 5 al 10% de la producción de agua después de siete años de uso de los micromedidores, y en Estados Unidos de Norteamérica la submedición es del dos al siete por ciento después de siete años de uso, (Lai, C. C, 1991); en México la submedición promedio es del 2%, (Ochoa y Arreguín, 1993).

### Causas de las fugas

Las causas de las fugas pueden variar dependiendo del tipo de suelo, calidad del agua y de la construcción, los materiales utilizados, las presiones y la edad de la red y las prácticas de operación y mantenimiento.

En la red, las fugas pueden presentarse como consecuencia de roturas por agrietamiento transversal, aplastamiento o agrietamiento longitudinal; el primer caso es provocado por vibraciones emitidas por cargas superficiales; el segundo es resultado de la mala construcción y el tercero se debe a fatiga, defectos de fabricación o golpe de ariete. Existen otros fenómenos como la corrosión, el mal junteo de los tubos o la falla de las válvulas que pueden incrementar este problema.

En las tomas domiciliarias, las fallas pueden ser por rajadura, perforación, corte o piezas flojas. El primer tipo de falla se asocia a la mala calidad del material o a la construcción defectuosa; el segundo y tercer casos a cargas externas y el cuarto a mala construcción.

### Las fugas de agua en México

En nuestro país todavía en 1989 se manejaban cifras basadas en estimaciones, se afirmaba que en las redes de agua potable se fugaba alrededor de un 50% de líquido y no se sabía el porcentaje que ocurría en las tuberías principales y secundarias, y en las tomas domiciliarias. Otro factor cuestionado era el valor de los errores por mala medición domiciliaria, puesto que se pensaba que gran parte del volumen del agua consumida no se registraba en los aparatos que se encontraban descalibrados y a la insignificancia de los caudales que pasan a través de ellos.

Es en 1990 cuando la Comisión Nacional del Agua, CNA, solicita al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA, que en forma coordinada con el organismo operador de Guaymas, Sonora, estime el porcentaje de fugas en ese sistema y el volumen perdido, así como la merma por mala medición.

Los resultados obtenidos mostraron que el 89% de las fugas ocurrían en las tomas domiciliarias, y el resto en la red. Además se encontró que con un nivel de confianza del 95%, se podía afirmar que el 30% de las tomas domiciliarias tenían fugas, que cada fuga en promedio perdía



104 litros por hora; y que en total se perdía el 23.4% del agua con servicio tandeado, y que si el servicio fuera continuo este valor se elevaría al 30%, (IMTA, 1990). Asimismo, se determinó que los micromedidores domiciliarios solamente dejan de medir el 1.1 % del agua consumida por los usuarios.

Sin embargo estos resultados se referían sólo a una ciudad, así, la CNA invitó a otros organismos operadores a participar en este Programa, entre ellos los de Querétaro, Querétaro, Veracruz, Veracruz; Xalapa, Veracruz; Los Cabos, Baja California Sur; Ciudad Juárez, Chihuahua; Chihuahua, Chihuahua; Oaxaca, Oaxaca; Cancún, Quintana Roo; Zacatecas, Zacatecas; Durango, Durango; Coatzacoalcos, Veracruz; Ciudad Constitución, Baja California Sur; Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; y Tapachula, Chiapas, hasta llegar a 23 ciudades (cuadro 1).

## Método utilizado

El método desarrollado propone calcular primero el porcentaje de tomas domiciliarias con fugas y su volumen total de agua perdida a partir de muestreos en campo en diferentes zonas de la ciudad.

### 1. Ayuda que requiere el organismo

Ciudad	Gasto suministrado (l/s)	Número de tomas	Número de tomas con fuga	Tomas con fuga (%)	Pérdidas en tomas (l/s)	Pérdidas en tomas (%)	Pérdidas en la red (l/s)	Pérdidas en la red (%)	Pérdidas en tomas y en la red (l/s)	Pérdidas en tomas y en la red (%)	Pérdidas por mala medición (l/s)	Pérdidas por mala medición (%)	Pérdidas totales (l/s)	Pérdidas totales (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Campeche, Camp.	525	31,794	5,723	18	156	29.7	114	21.7	270	51.4	0.0	0.0	270	51.4
Cancún, Q. Roo	940	29,347	11,152	38	114	12.2	147	15.6	261	27.8	2.4	8.3	264	28.1
Cd. del Carmen, Camp.	268	10,036	2,257	13	67	30.3	23	10.3	89	40.5	8.0	1.0	89	40.5
Cd. Juárez, Chih.	4,147	171,880	32,917	19	1,241	29.9	248	5.8	1,481	35.7	0.0	0.0	1,481	35.7
Chihuahua, Chih.	3,489	126,811	6,109	5	552	15.8	896	25.7	1,418	41.5	0.0	0.0	1,448	41.5
Chetumal, Q. Roo	583	21,755	6,496	30	180	35.7	99	19.7	279	55.4	0.0	0.0	279	55.4
Coatzacoalcos, Ver.	736	32,155	6,039	19	262	39.7	36	1.9	298	40.8	0.0	0.0	298	40.8
Constitución, BCS	165	8,542	3,080	35	52	31.3	2	1.2	54	32.5	1.3	0.0	55	33.3
Durango, Dgo.	2,129	85,619	10,322	21	649	38.5	176	1.3	826	38.8	0.0	0.0	826	38.8
Fresnillo, Son.	314	19,876	2,816	14	54	16.6	84	26.0	138	42.5	6.45	2.0	144	44.5
Guaymas, Son.	468	17,428	5,052	29	114	23.4	30	6.2	344	29.6	5.6	1.1	130	34.9
León, Gto.	3,045	140,080	28,846	21	629	21.0	187	32.4	1,616	53.1	0.0	0.0	1,616	53.1
Los Cabos, BCS	267	9,262	3,481	34	61	23.0	32	12.1	93	34.8	7.9	3.1	181	37.8
Mazatlán, Sin.	1,350	70,896	6,805	8	285	15.2	244	18.6	449	33.2	0.0	0.0	449	33.2
Oaxaca, Oax.	721	48,312	9,538	24	446	61.9	8	1.1	454	63.0	0.0	0.0	454	63.0
Querétaro, Qro.	1,783	83,654	11,712	40	242	13.5	50	2.8	292	16.4	243.7	13.6	536	38.1
San Cristóbal de las Casas, Chis.	218	14,860	2,174	15	118	39.5	10	5.6	129	43.2	0.0	0.0	129	43.2
Tapachula, Chis.	743	20,782	1,561	8	54	6.2	186	11.3	157	21.1	13.8	1.9	170	22.9
Tuxtla, Gtz., Chiapas	1,162	53,566	13,086	24	213	18.3	93	8.5	304	26.3	38.9	3.3	345	29.7
Veracruz, Ver.	2,869	87,286	13,993	16	644	22.5	445	5.5	1,089	38.0	0.0	0.0	1,098	38.8
Villahermosa, Tab.	1,900	45,138	7,520	17	530	27.9	137	1.2	667	35.1	0.0	0.0	667	35.1
Xalapa, Ver.	1,215	48,013	4,432	9	465	38.3	8	0.6	473	38.9	0.0	0.5	473	38.9
Zacatecas, Zac.	485	31,937	4,545	14	134	27.7	15	3.1	149	38.7	0.0	0.0	149	38.7
<b>TOTALES</b>	<b>29,497</b>	<b>1,207,863</b>	<b>206,378</b>	<b>17</b>	<b>7,171</b>	<b>24.3</b>	<b>3,984</b>	<b>13.5</b>	<b>11,161</b>	<b>37.8</b>	<b>320</b>	<b>1.1</b>	<b>11,481</b>	<b>38.9</b>

Posteriormente, con mediciones realizadas en sectores aislados de la red, llamados distritos hidrométricos, DH, se estima el volumen de fugas en la red, calculado como la diferencia entre el volumen entregado menos el consumido por los usuarios y menos las fugas en tomas. Las pérdidas por mala medición (submedición menos sobremedición), se calculan mediante la verificación en campo de una muestra de micromedidores.

### Evaluación de fugas en tomas domiciliarias

El porcentaje y el volumen de agua potable que se pierde por fugas en tomas domiciliarias, se estima a partir del estudio de dos muestras, cuyo tamaño se determina aplicando la teoría del muestreo aleatorio estratificado (Ochoa y Arreguín, 1992). Con la primera muestra se calculan los porcentajes de tomas con fuga en cada estrato o sector del sistema de distribución. La segunda muestra sirve para calcular el volumen de agua que se pierde, dentro de esta muestra deben incluirse las tomas que tuvieron fuga y que se aforaron en el paso anterior.



## Evaluación de fugas en la red

Para llevar a cabo la estimación de fugas en la red, primero se seleccionan los DH de acuerdo con el siguiente criterio de muestreo (Ochoa y Arreguín, 1993):

- ❑ Se divide a la población en zonas con características homogéneas respecto al consumo de agua.
- ❑ Cada una de las zonas se subdivide en subzonas homogéneas, respecto a la ocurrencia anual de fugas en líneas principales y secundarias de la red.
- ❑ En cada subzona resultante, se establece un DH representativo de ella, utilizando la teoría de muestreo estratificado aleatorio simple.
- ❑ Se determina el consumo doméstico *per cápita* real, a partir de lecturas del volumen consumido, tomadas semanalmente durante un mes, en micromedidores domiciliarios previamente calibrados y seleccionados aleatoriamente. Al mismo tiempo, se levanta un censo del número de habitantes en todos los domicilios comprendidos dentro del DH en estudio.

El volumen de fugas en la red del DH se obtiene, restando del volumen abastecido, el volumen consumido por los usuarios, y el volumen de fugas en conexiones domiciliarias.

## Evaluación de la sub y la sobremedición

La sub y la sobremedición se refieren a la cantidad de agua que registra el medidor domiciliario de menos o más, respectivamente. Su evaluación se realiza por verificación *in situ* de una muestra de micromedidores seleccionada aleatoriamente.

El primer paso es obtener y ordenar la información del padrón de usuarios con sus correspondientes estadísticas de consumos mensuales. Luego se clasifican los micromedidores de cada estrato socioeconómico por marca, tipo, dimensión y rango de funcionamiento.

Se determina el tamaño de la muestra de manera similar a la inspección de tomas y se seleccionan los micromedidores por verificar, de tal manera que el total de la muestra quede distribuida en los estratos, marcas, tipos, dimensiones y rangos de funcionamiento.

El volumen submedido o sobremedido se determina midiendo la cantidad de agua que pasa por los aparatos, y por otro medidor que garantice una adecuada precisión.

## Aplicación en ciudades

El método propuesto se aplicó en 23 ciudades, donde se verificó su bondad (cuadro I). En todos los casos se acep-

tó un nivel de confianza del 95%. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

Las pérdidas totales son del 38.9%, (columna 15), correspondiendo un 24.3% a las fugas en tomas domiciliarias, (columna 7), el 13.5% a las fugas en la red, (columna 9), y el 1.1% a mala medición, (columna 13). Es importante notar que el porcentaje del número total de tomas que tienen fuga es del 17% (columna 5). Puede apreciarse la influencia que tiene la presión de la red en el volumen de agua que se fuga. Por ejemplo, Xalapa, Veracruz, tiene sólo el 9% de tomas con fuga, (columna 5), pero pierde el 38.3%, (columna 7) del agua que se introduce a la red.

## Conclusiones

El método propuesto ha probado su bondad, (se aceptó un nivel de confianza del 95%). En las ciudades estudiadas se han iniciado programas de reparación de fugas basados en el análisis físico, y en otras se ha tomado la decisión de hacer la sustitución de las tomas domiciliarias, todo ello de acuerdo a la jerarquización de sectores en los que se han señalado que existen mayores problemas.

Los problemas de fugas se encuentran principalmente en las tomas domiciliarias.

Los materiales utilizados en las tomas domiciliarias son de baja calidad y no se respetan las normas de construcción.

## Reconocimientos

Al ingeniero Antonio Capella Vizcaíno, el apoyo incondicional que ofreció para la realización de este proyecto, y sobre todo sus aportaciones de carácter técnico.

## Referencias

- American Water Works Association. Economics of Leak Detection, A Case Study Approach, AWWA, 1985.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, resumen del Informe Final del Proyecto Detección y Control de Fugas e Impacto de Micromedidores en Guaymas, Sonora, IMTA, 1990.
- Lai, C. C, Unaccounted for water and the economics of leak detection, Water Supply, 1991.
- Ochoa A. L., Arreguín F, Evaluación de pérdidas en redes de distribución de Agua Potable, Comisión Nacional del Agua, México, 1993.
- Ochoa A. L., Arreguín C.F, Evaluación de Pérdidas en Redes de Distribución de Agua Potable, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, CNA, documento para divulgación, Jiutepec, Mor. Marzo de 1993.
- Ochoa A.L., Arreguín C.F, Método para Evaluar Pérdidas de Agua Potable en Redes de Distribución de Agua Potable, Seminario Internacional Sobre Uso Eficiente del Agua, Organizado por el IMTA-CNA-AIRH, México, D.F., Octubre de 1992.



## **XVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica XV Congreso Nacional de Hidráulica**

(Se desarrollarán simultáneamente)

### **Organizador:**

Asociación Mexicana de Hidráulica  
Sección Latinoamericana de Hidráulica de la Asociación  
Internacional de Investigaciones Hidráulicas y el XXIII  
Oaxaca, México, Octubre, 1998

### **Correspondencia:**

Asociación Mexicana de Hidráulica  
Camino a Santa Teresa Núm. 187  
Colonia Parques del Pedregal  
C.P. 14010 México, D.F.  
Teléfono: (5) 606-2323  
Fax: (5) 666-0835  
Página Web : <http://atl.imta.mx/amh>

## **International Conference on European River Development**

### **Organizador:**

VITUKI. Patrocinio: IAHR. Copatrocinio: UNESCO, IAHS,  
ICID, ERWG, ÖWAV, DVWK, LAWA  
Budapest, Hungría  
Del 16 al 18 de abril, 1998

### **Correspondencia:**

Prof. Ö. Starosolszky, director general, VITUKI  
P.O. Box 27. H-1453. Budapest, Hungary  
Teléfono: + 361 215 2617.  
Fax . + 361 216 1514  
Correo electrónico: starosolszky @ attmail-com.

## **1998 International Water Resources Engineering Conference**

Simultáneamente se desarrollarán las siguientes reuniones:

*Groundwater Management Symposium.*  
*Mini-Symposium on Hydrology and Hydraulics of Wetlands*  
*Mini- Symposium on Bank Stabilization Measures*

### **Organizador:**

*American Society of Civil Engineers, ASCE.*  
Memphis, Tennessee, EUA.  
Del 3 al 7 de agosto, 1998.

### **Correspondencia:**

*American Society of Civil Engineers*  
1801 Alexander Bell Drive  
Reston, VA 20191-4400  
Teléfonos: 800-548-2723 (ASCE) y 703-295-6300  
Fax: 703-295-6144

## **XII International Conference on Computational Methods in Water Resources**

### **Organizador:**

*Institute of Chemical Engineering and Hig Temperature Chemical  
Processes- Foundation for Research and Technology , Hellas  
(ICE/HT-FORTH).*  
Creta, Grecia  
Del 15 al 19 de junio, 1998.

### **Correspondencia:**

Dr. Vasilis N. Burganos  
ICE/HT-FORTH  
Stadiou St., Platani  
GR26500, Patras, GREECE  
Teléfono: +30-61-965215 / Fax: + 30-61-965223  
Correo electrónico: vbur@iceht.fort.gr  
Página Web: <http://www.wessex.ac.uk>

## **Second International Conference on Advances in Fluid Mechanics**

### **Organizador:**

*Wessex Institute of Technology, UK y DIEM, University of Udine, Italy.*  
Udine, Italia  
Del 13 al 15 de mayo, 1998

### **Correspondencia:**

Paula Doughty-Young  
AFM98  
*Wessex Institute of Technology*  
Ashurst Lodge, Ashurst  
Southampton, SO40 7AA, UK  
Teléfono: 44(0)1703293223 / Fax: 44(0)1703292853  
Correo electrónico: Paula@wessex.ac.uk  
PáginaWeb: <http://www.wessex.ac.uk>

## **Coastal Environment 98. Environmental Problems in Coastal Regions**

### **Organizador:**

*Wessex Institute of Technology*  
Cancún, México  
Del 8 al 10 de septiembre, 1998.

### **Correspondencia:**

Liz Kerr  
*Conference Secretariat,*  
Coastal Environment 98  
*Wessex Institute of Technology*  
Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton  
SO40 7AA, UK.  
Teléfono: 44 (0) 1703 293223  
Fax: 44 (0) 1703 292853  
Correo electrónico: liz@wessex.ac.uk  
Página Web: <http://www.wessex.ac.uk>



TLALOC-AMH se distribuye gratuitamente a los socios de la Asociación Mexicana de Hidráulica, AMH. Para quienes no están inscritos en la AMH el costo por ejemplar es de \$20.00 y se puede adquirir directamente en las oficinas de la Asociación.

## INGRESO DE MIEMBROS

RECORTE ESTA FORMA Y ENVÍELA CON SU PAGO DE INSCRIPCIÓN (\$16.00) Y ANUALIDAD (\$60.00) A LA AMH.



# ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA

## SOLICITUD DE INGRESO

### DATOS PERSONALES

\_\_\_\_\_ R.F.C. \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_  
APELLIDO PATERNO, MATERNO, NOMBRE(S)

DOMICILIO \_\_\_\_\_  
CALLE \_\_\_\_\_ NÚMERO \_\_\_\_\_

COLONIA \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_ DELEGACIÓN/MUNICIPIO \_\_\_\_\_

CIUDAD \_\_\_\_\_ ESTADO \_\_\_\_\_ TELÉFONO \_\_\_\_\_

GRADO DE ESTUDIOS \_\_\_\_\_ PASANTE \_\_\_\_\_ EGRESADO \_\_\_\_\_

LICENCIATURA \_\_\_\_\_ EGRESADO DE \_\_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_

MAESTRÍA \_\_\_\_\_ EGRESADO DE \_\_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_

DOCTORADO \_\_\_\_\_ EGRESADO DE \_\_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_

OTROS \_\_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_

### ACTIVIDAD PROFESIONAL

NOMBRE DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN \_\_\_\_\_

GIRO DE LA EMPRESA \_\_\_\_\_

PUESTO \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN \_\_\_\_\_ COL. \_\_\_\_\_

DELEGACIÓN/MUNICIPIO \_\_\_\_\_ CIUDAD \_\_\_\_\_ ESTADO \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_

TELÉFONOS \_\_\_\_\_ EXT. \_\_\_\_\_ FAX \_\_\_\_\_

LUGAR Y FECHA \_\_\_\_\_ FIRMA DEL INTERESADO \_\_\_\_\_

**Aviso:** A los miembros que estén retrasados en el pago de su anualidad, por favor dirigirse con el coordinador local de la AMH o directamente a la oficina central en Camino Sta. Teresa No. 187, Col. Parques del Pedregal, C.P. 14210, México, D.F. Tel. 666-08-35; Fax 666-08-35. Página Web: <http://atl.imta.mx/~amh/> Correo electrónico: [amh@atl.imta.mx](mailto:amh@atl.imta.mx)



En OMSA (Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua), contamos con la experiencia de Générale Des Eaux, empresa líder en el manejo de sistemas de agua y con el respaldo del Grupo ICA, líder constructor en América Latina.

OMSA utiliza tecnología europea de punta que ha probado su eficiencia en más de 100 países del mundo; actualmente en Aguascalientes y en el Distrito Federal con excelentes resultados.



**OMSA**

**Apoyando el desarrollo sustentable de los municipios...**

## ¿Conoce realmente la eficiencia de la red de Agua Potable de su Municipio?

La utilización de tecnología avanzada combinada con ingeniería, nos permite conocer la eficiencia real de sus redes, a través de metodologías que denominamos "Sectorización".

Detectores de Fugas Acústico y Electrónico



La "Sectorización" es una combinación de labor en gabinete con ingenieros expertos y la aplicación en campo de acciones que llevan a:



- Medir caudales aportados a las mismas.
- Monitorear consumos de usuarios.
- Dimensionar las pérdidas.
- Detectar fugas no visibles y tomas no registradas.
- Reducir en forma importante las pérdidas de agua.

- Detección de Fugas en Campo.

La Sectorización tiene como objetivos fundamentales preservar el Agua y reducir costos de Operación y Mantenimiento de redes, así como consumos de energía eléctrica.

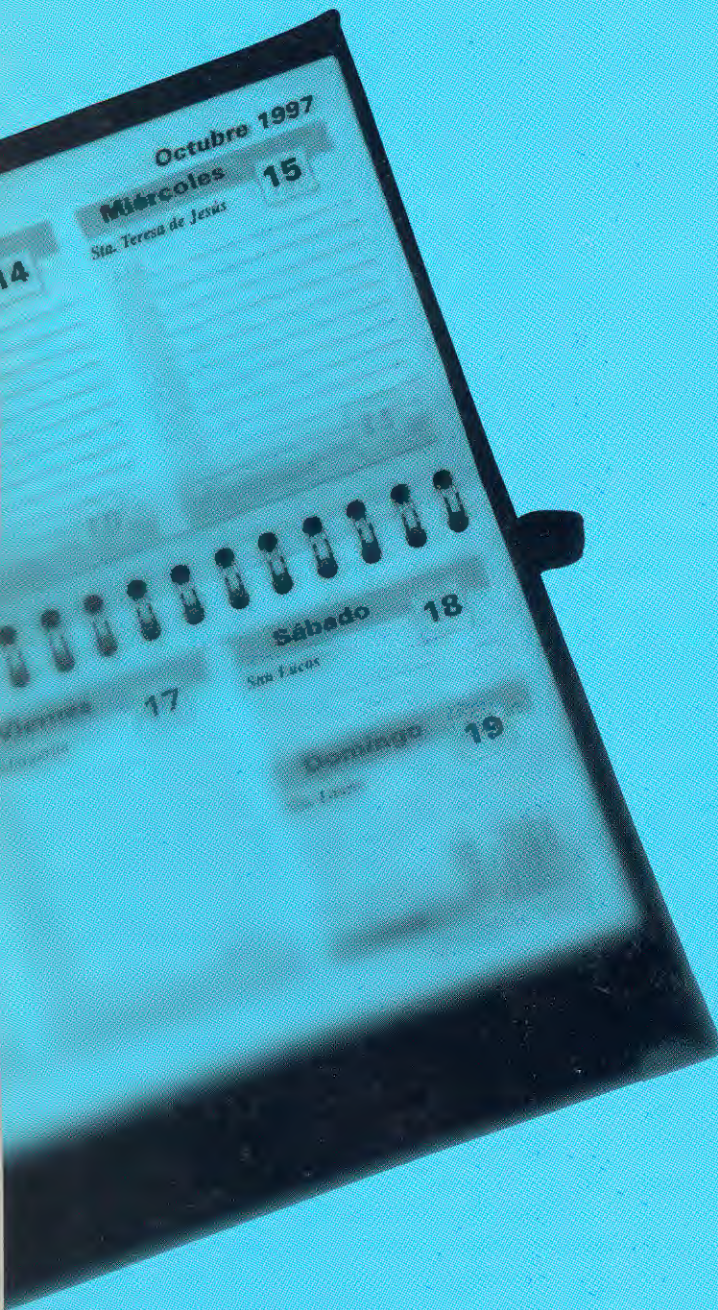
Medidor Electrónico con contador de datos





# Señor Empresario

# apunte en su AGENDA



Si usted se dedica a actividades industriales, comerciales o de servicios, y/o:

- Utiliza agua de pozos, ríos, lagos o lagunas.
- Descarga aguas residuales en ríos, lagos, lagunas, presas, cauces, mares o las infiltra al subsuelo.

**Deberá pagar derechos trimestralmente antes de los días:**

- 15 de octubre
- 15 de abril
- 15 de enero
- 15 de julio

- Utiliza terrenos federales colindantes a ríos, lagos o presas para actividades turísticas.

**Pagará bimestralmente en los meses de:**

- Agosto.
- Febrero.
- Octubre.
- Abril.
- Diciembre.
- Junio.

- Extrae materiales de cauces de ríos y otros cuerpos de agua, entonces **sus pagos los deberá hacer previos a la operación.**

Realice sus pagos en cualquier sucursal de los siguientes bancos:



Estar al corriente en sus pagos le conviene, ya que obtendrá:

- Seguridad Jurídica.
- Protección de su inversión y patrimonio.

¡Confiamos en usted!

**Su pago es Autodeclarable.**



COMISION NACIONAL  
DEL AGUA



SEMARNAP

Si necesita más información, acuda a la "Ventanilla Unica" de la Comisión Nacional del Agua más cercana a su localidad.