

# Tlaloc AMH

Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C.

Revista Cuatrimestral

Mayo-Agosto 2006

No. 37



## ARTÍCULOS

## PUBLICACIONES

## RESEÑAS

La experiencia estatal  
en la gestión integral del agua: Caso Veracruz  
*Dr. Rolando Springall Galindo*

Informe Anual del XXVII Consejo Directivo  
Informe del Presidente: *Poliopetro F. Martínez Austria*  
Informe del Tesorero: *Ángel E. Ortega Mata*

Presidente del Consejo Consultivo de la AMH  
Jorge Carlos Saavedra Shimidzu

Red de Laboratorios de Hidráulica en México, A.C.







# EDITORIAL

Tlálóc AMH No. 37

Estimados amigos

La celebración de nuestro XIX Congreso Nacional de Hidráulica, a verificarse del 7 al 10 de noviembre próximo, en Cuernavaca, Morelos, es una excelente oportunidad para analizar y reflexionar sobre el sendero que deberá seguir la gestión del agua en México, durante los años venideros.

El hecho de que este recurso se haya ubicado como uno de los temas centrales de la agenda política nacional obedece, desde luego, al reconocimiento de su valor estratégico y al factor determinante que juega para lograr el desarrollo de cualquier región del país.

En los últimos meses, hemos sido testigos de innumerables acciones que demuestran el interés de la sociedad por el cuidado y la preservación del agua. Sin embargo, también observamos los efectos destructivos que ocasionan la presencia de fenómenos meteorológicos con valores cada vez más extremos.

Un factor de especial preocupación, de manera personal y para nuestra Asociación, es la situación que guarda en nuestro país el desarrollo de capacidades, la tecnología y la elaboración y trasmisión del conocimiento en lo relativo al agua. Es en estos rubros donde parece más urgente redoblar el paso, y es donde precisamente las oportunidades de mejora, bien aprovechadas, permitirán una más rápida innovación en la gestión de los recursos hídricos de México.

El control de los sistemas hidrológicos, la preservación del medio ambiente, así como el acceso para todos los mexicanos al agua en cantidad y calidad

suficientes y a precios justos, siguen siendo, sin embargo, los más importantes retos que enfrenta nuestra nación en este milenio. Al quehacer gubernamental por atender esta situación, debe sumarse el esfuerzo conjunto de toda la sociedad, bajo nuevos esquemas, en donde la gestión integral del agua vaya más allá de la esfera gubernamental y permita la participación activa y decidida de todos los actores involucrados, en el nivel local.

Desde luego, la participación de la sociedad y de nuestro gremio en particular deberá ir acompañada de un compromiso inquebrantable por aportar toda nuestra imaginación, experiencia y conocimiento, a fin de delinear puntualmente las acciones que tendrán que incluirse en el diseño de una nueva política hídrica nacional.

El reto para que dispongan de este valioso recurso las presentes y las futuras generaciones, en el marco de una política de desarrollo sustentable, es enorme, pero la Asociación Mexicana de Hidráulica cuenta con los recursos humanos probados y calificados para contribuir sustantivamente en esta tarea que, sin duda alguna, será determinante para garantizar la viabilidad y el desarrollo de nuestro país. El XIX Congreso Nacional de Hidráulica será una inmejorable ocasión para aportar y debatir sobre propuestas específicas.

Atentamente.

Polioproto F. Martínez Austria



# Consejo Editorial

Director . . . . . *Jorge Malagón Díaz*

Editor . . . . . *Carlos A. Escalante Sandoval*  
Técnico

Miembros del Consejo Editorial

*Daniel Campos Aranda*  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

*Jaime Collado*  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

*Carlos Cruickshank Villanueva*  
Instituto de Ingeniería, UNAM

*Rubén Chávez Guillén*  
Comisión Nacional del Agua

*Salvador Díaz Maldonado*  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Sonora

*Ramón Domínguez Mora*  
Instituto de Ingeniería, UNAM

*Rosalba Landa*  
El Colegio de México

*Polioproto Martínez Austria*  
Comisión Nacional del Agua

*Roberto Melville*  
Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social

*Gabriela Moeller Chávez*  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

*Martín Mundo Molina*  
Universidad Autónoma de Chiapas

*Lilia Reyes Chávez*  
Facultad de Ingeniería, UNAM

*Rodolfo Silva Casarín*  
Instituto de Ingeniería, UNAM

*Gilberto Sotelo Ávila*  
Facultad de Ingeniería, UNAM

*Juan Carlos Valencia Vargas*  
Comisión Nacional del Agua

*Miguel Ángel Vergara*  
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

*Agustín Beña Puyol*  
Universidad Autónoma Metropolitana

# Tlálloc AMH

Tlálloc AMH, No. 37, Mayo - Agosto 2006

ÓRGANO DE COMUNICACIÓN DE LA  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA, A.C.

## XXVII Consejo Directivo de la AMH

### Presidente

*Polioproto F. Martínez Austria*

### Vicepresidente

*Jorge Malagón Díaz*

### Tesorero

*Ángel E. Ortega Mata*

### Primer Secretario

*Claudia Lucía Hernández Martínez*

### Segundo Secretario

*Jorge Arturo Casados Prior*

### Vocales

*Héctor Fernández Esparza*

*Agustín Félix Villavicencio*

### Ventas y Publicidad:

*José Aarón Campos R.*

*Director de Promoción*

*Tels. 5580 4782*

*5557 1505*

*aaroncampos@prodigy.net.mx*

**Tlálloc AMH. Es una publicación cuatrimestral de la Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C.** Para mayores informes dirigirse a Camino a Santa Teresa 187, Colonia Parques del Pedregal, C.P. 14010, México, D.F., tel. y fax (55) 5666 0835. Certificado de licitud de título núm. 12217 y de contenido núm. 8872. Reserva de derechos al uso exclusivo en trámite. El contenido de los artículos firmados es responsabilidad de los autores y no necesariamente representa la opinión de la AMH. Ninguna parte de esta revista puede ser reproducida en medio alguno, incluso electrónico, ni traducida a otros idiomas sin autorización escrita de sus editores. El tiraje es de 2,500 ejemplares incluyendo los de reposición. Impresa en los talleres de Editores e Impresores FOC, S.A. de C.V. Los Reyes 26, Col. Jardines de Churubusco, Delegación Iztapalapa, C.P. 09410, México, D.F., Tel. 5633 2872. Editor Responsable: Jorge Malagón Díaz

Certificado de circulación pagada (o gratuita), cobertura geográfica y estudio del perfil del lector, ante la Secretaría de Gobernación con el número DGMI 397.

[www.amh.org.mx](http://www.amh.org.mx)





# INDICE

## ARTÍCULOS

---

- L**a experiencia estatal en la gestión integral del agua: **4**  
Caso Veracruz  
*Dr. Rolando Springall Galindo*
- C**olección de agua de lluvia: una alternativa para la dotación de agua potable a pequeñas comunidades rurales del país **10**  
*Martín D. Mundo Molina, Polioptro Martínez Austria, Romeo Ballinas Avendaño, Miguel Raúl Ponce Martínez, Edgar Rafael Ferrer Penagos*
- C**ontraste de métodos regionales de estimación de crecientes en la cuenca del Río Guayalejo, en Tamaulipas **14**  
*Daniel Fco. Campos Aranda*

## NOTICIAS Y RESEÑAS

---

- P**residente del Consejo Consultivo de la AMH **25**  
Jorge Carlos Saavedra Shimidzu
- I**nforme Anual del XXVII Consejo Directivo **26**  
Informe del Presidente: *Polioptro F. Martínez Austria*  
Informe del Tesorero: *Ángel E. Ortega Mata* **29**
- R**ed de Laboratorios de Hidráulica en México, A.C. **30**  
*V. Franco & J. Osnaya Romero, A. Aguilar Chávez & E. Pedroza González, H. Marengo Mogollón & J. E. Camargo Hernández, R. Val Segura & C. Escalante, Sandoval, J. G. F. Rivera Trejo & P. L. Vega Quijada, G. Soto Cortés & D. Guaycochea, Guglieimi, David Hernández Hueramo, E. Urquiza Marín & J. M. Caballero Ulaje, J. Ortiz Medel & F. Ramírez Navarro, P. Cristóbal Bernabé & G. López Mendoza y J. M. Montoya Rodríguez & D. L. Ávila Arzani*

## SEMBLANZA

---

- G**erardo Cruickshank García **35**

## PUBLICACIONES

---

- S**íntesis del IV Foro Mundial del Agua. **36**

## EMPRESAS DEL SECTOR

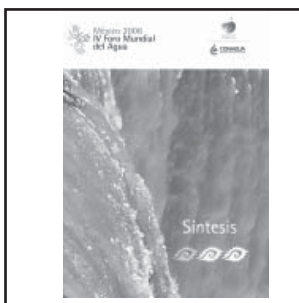
---

- A**horro y Equidad **37**

## SITIOS WEB

---

- A**tención de Desastres **39**



# La experiencia estatal en la gestión integral del agua: Caso Veracruz

*Dr. Rolando Springall Galindo*  
*Consejo del Sistema Veracruzano del Agua*

*Diagnóstico*

## *Resumen*

La relación de la entidad veracruzana con el recurso agua es estratégica, como lo reconoce el Plan Veracruzano de Desarrollo 2006-2010. El agua en el sentido de la planeación, administración y control de su aprovechamiento, es transversal a la mayoría de las prioridades marcadas en ese instrumento de planeación. La articulación de esta relación, entre la sociedad veracruzana y el recurso agua, se lleva a cabo a través del Consejo del Sistema Veracruzano del Agua, creado por la Ley No. 21 de Aguas del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, como la instancia normativa y regulatoria del sector hídrico en el Estado.

Al Consejo del Sistema Veracruzano del Agua lo define la Ley de Aguas Estatal, como la instancia responsable de coordinar, planear y supervisar el Sistema Veracruzano del Agua que se integra por el conjunto de políticas, instrumentos, planes, programas, proyectos, obras, acciones, bases y normas que regulan la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas en el territorio del estado de Veracruz.

El estado de Veracruz dispone a través del Consejo del Sistema Veracruzano del Agua de un organismo con capacidad técnica e imparcial, que ha sentado las bases para una gestión integrada del recurso hídrico, tomando en cuenta todos los usos del agua, a través de los siguientes instrumentos: a) Planeación Hídrica estatal a corto mediano y largo plazos, b) Información sobre el recurso, a través de un sistema de información hidráulica, c) Programa de investigación, desarrollo tecnológico y capacitación y d) Regulación de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Si bien la problemática que aqueja a las diversas regiones del país es diferente, se considera que la experiencia veracruzana enriquece el debate nacional en torno a la atención a nivel estatal al sector hídrico.

Veracruz está ubicado en la parte central de la vertiente del Golfo de México, tiene una superficie de casi 75 mil kilómetros cuadrados, 212 municipios, 745 kilómetros de costa y una población de 7.1 millones de habitantes.

El potencial hídrico superficial es de los más altos del país, al tener un escurrimiento anual medio de 121 mil millones de m<sup>3</sup>, que representa el 33% del nacional. La precipitación media anual es de 1,484 milímetros, superior en casi el doble a la media nacional que es de 772 mm.

A pesar de esa relativa abundancia del recurso hídrico, Veracruz no es ajeno a la problemática mundial y nacional, ya que por su topografía, la mayor parte de los escurrimientos descargan al mar, sin poderlos aprovechar plenamente; su incremento poblacional, su dispersión geográfica al tener más de 22 mil localidades, el deterioro de sus fuentes de abastecimiento y sus actividades productivas, han originado una creciente escasez y contaminación del recurso, así como una mayor vulnerabilidad de las poblaciones a los desastres naturales por ausencia o exceso de agua.

La problemática estatal se ha agrupado en los siguientes temas, de acuerdo con el Programa Hidráulico Estatal: Baja cobertura y deficiente servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento en zonas urbanas y rurales. Los datos derivados del Censo 2005 arrojan una cobertura de 74% en agua potable y 75% en drenaje. No obstante, se presenta el fenómeno económico de retornos disminuyentes, es decir, incrementar las coberturas cada vez cuesta más, lo que demanda soluciones regionales y no convencionales. Las funciones de planeación y control de la gestión son limitadas o ausentes en los organismos operadores.

- Alta contaminación de los principales ríos del Estado. Los diversos usos, entre ellos la industria, la petroquímica, y el uso público han ocasionado un grave deterioro de la calidad del agua en los cuerpos de agua.



- Alta incidencia de daños por inundaciones, complicada por crecimiento desordenado, ocupación de zonas federales y de regulación.
- Baja eficiencia en el aprovechamiento del agua y la infraestructura en Distritos y Unidades de Riego y Unidades de Temporal Tecnificado. Si bien existe amplia disponibilidad a nivel estatal y anual, la baja eficiencia la impacta localmente en los periodos de estiaje.
- Insuficiente medición y divulgación de la información. En tanto medición del ciclo hidrológico, la actividad federal disminuye en cantidad; en tanto que en medición de los diversos usos del recurso, considerando la extensión territorial y la diversidad de instituciones, la obtención de la información es costosa y lenta.
- Aspectos legales e institucionales. La magnitud de los retos requiere del esfuerzo concertado de las múltiples instancias que intervienen en el sector. Particularmente los municipios, reciben una pesada carga por estar constitucionalmente a cargo de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, requiriendo las más de las veces de apoyos para incrementar y complementar su capacidad institucional.
- En primer lugar la estrecha liga que existe comúnmente entre los cortos periodos de las administraciones públicas y las iniciativas de gestión integral del agua, cuya naturaleza debería ser de largo plazo. Idealmente, una gestión integral, sustentable, implicaría traspasar los periodos de las administraciones federal, estatal y municipal. Esto se relaciona con el objetivo de preservar la independencia de la atención al sector hídrico respecto de las diversas formas de politización de corto plazo, politización que se ve propiciada por un entorno de amplias necesidades y escasos recursos para su atención.
- En segundo lugar, las más de las veces la gestión integral se circunscribe a la definición de los objetivos de la política hídrica. No basta esta definición, se debe contemplar la instrumentación o implementación de dichos objetivos. La instrumentación puede comprender, como en el caso de Veracruz, el establecimiento de instituciones normativas y regulatorias, así como el diseño de normas e instrumentos legales. Esta instrumentación entraña costos y consumo de recursos, para la coordinación interinstitucional de acciones estructurales y de gestión, en un marco de participación ciudadana.

Un enfoque cada vez más aceptado en la atención al sector es la gestión integral del agua. En Veracruz se establece por ley el concepto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, como el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable; y para la aplicación de la Ley estatal en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque. Podemos considerar que la gestión integral del agua, desde el punto de vista del Estado, es decir del Poder Público, parte de la definición de una política hídrica, cuyo inicio es el enunciado de los objetivos de dicha política, con crecientes grados de participación social.

Ahora bien, la dupla política hídricagestión integral del agua, en la experiencia reciente nacional e internacional, enfrenta amenazas importantes e interrelacionadas, entre las cuales destacan:

La experiencia en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave se inicia a partir de la publicación de la Ley de Aguas Estatal en junio de 2001. Esta ley es considerada como pionera en su tipo en el derecho comparado nacional, al crear el Sistema Veracruzano del Agua (SVA) que se integra por el conjunto de políticas, instrumentos, planes, programas, proyectos, obras, acciones, bases y normas que regulan la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas en el territorio del estado de Veracruz y la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales. La ley crea dos instituciones del poder público estatal, el Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA) y la Comisión del Agua del Estado de Veracruz (CAEV).

Al CSVA lo define la Ley de Aguas estatal, como la instancia responsable de coordinar, planear y supervisar el instrumento rector de dicho Sistema Veracruzano del Agua; a la CAEV como un organismo

público descentralizado de la Administración Pública Estatal, que funge como organismo operador estatal y tiene a su cargo, entre otras funciones, cumplir y hacer cumplir los planes, programas y normas que establezca el CSVA.

Las características del CSVA son singulares. Su órgano de gobierno se integra con dieciséis miembros: un presidente, quince vocales y un secretario. La figura de los vocales atiende a la necesidad de vincular formalmente dentro del Órgano de Gobierno del CSVA a las instancias del sector público estatal que tienen injerencia en el manejo y preservación del recurso agua en nuestro estado, incorporando un enfoque regional, con la participación de autoridades locales. De esta manera, ocho vocales son presidentes municipales representantes de las subregiones hidrológicas en que se divide el estado de Veracruz.

Seis vocales corresponden a las secretarías de estado del Ejecutivo Estatal, que conforme al ámbito de sus funciones tienen una estrecha relación con diversos aspectos en materia de agua que comprenden los temas del desarrollo regional y medio ambiente; económico y portuario; agropecuario, rural, forestal, y pesquero; la salud, así como lo relativo a las finanzas y la educación. El vocal restante es el Director General de la CAEV.

Como podrá observarse, el órgano de gobierno del CSVA es *sui generis* por la calidad institucional y jurídica de los vocales en donde se congregan autoridades estatales y municipales con pleno respeto de las competencias que les corresponde a cada instancia para el manejo y preservación del recurso agua.

Como parte de la estrategia de implementación del CSVA, éste cuenta con un reducido grupo operativo de alto nivel técnico, conformado en cinco unidades administrativas: Dirección de Planeación y Programación Hidráulica; Dirección de Sistemas de Información; Dirección de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Capacitación; Dirección de Administración y Gestión y Dirección Jurídica y de Regulación.

El CSVA como institución pública adquiere relevancia dentro de la función pública estatal por constituir el órgano especializado en materia del agua. Para la consecución de sus fines, el legislador le

otorgó al CSVA características que lo identifican con las propias de un Órgano Autónomo de Estado, como son, que su Presidente es designado por el Congreso del Estado, su Órgano de Gobierno es colegiado, dispone de autonomía técnica y de gestión, y tiene facultad de aprobar sus reglamentos de organización y funcionamiento. Es de resaltar, que el periodo de ejercicio de su Presidente es de seis años, cuyo lapso se encuentra escalonado entre dos periodos de ejercicio constitucional del Ejecutivo estatal.

La naturaleza jurídica que reviste a esta Institución le otorga independencia de la Administración Pública Estatal, lo que constituye una separación clara y precisa entre la autoridad normativa del sector, con la que tiene a su cargo la función operativa, que corresponde al organismo público descentralizado denominado CAEV.

Las atribuciones establecidas por la Ley de Aguas Estatal para el CSVA se pueden agrupar en dos grandes vertientes: como ente regulador y como instancia normativa y de planeación.

La vertiente de ente regulador es una característica innovadora en el sector hídrico a nivel nacional. Al respecto, las atribuciones del CSVA consisten en:

- Constituir la instancia responsable de planear, coordinar y supervisar el Sistema Veracruzano del Agua.
- Realizar estudios sobre la viabilidad técnica y financiera de concesiones referidas en la Ley.
- Establecer, publicar y supervisar la aplicación de la metodología tarifaria a la que deben sujetarse los prestadores para el cobro de los servicios públicos de agua potable y saneamiento
- Emitir opinión, previa solicitud del Congreso del Estado, en controversias surgidas por la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento entre los municipios y el Ejecutivo del Estado; en los procesos de concesión y contratación para la prestación de los servicios; sobre la conveniencia de conservar en el ámbito de competencia del Ejecutivo del Estado la prestación de dichos servicios, y en general sobre la prestación del servicio por los organismos operadores.





Por lo que estas atribuciones otorgan al CSVA el poder de convocatoria y certidumbre jurídica para la inversión privada. Entre las acciones de regulación, el CSVA ha intervenido en el seguimiento al Programa Integral de Saneamiento de Xalapa, así como en la coordinación de las acciones a realizar para el Saneamiento de la Bahía de la Zona conurbada de Veracruz - Boca del Río – Medellín. Se asesora a los Organismos Operadores que se adhieren a algún programa federal, donde se derive la participación de financiamiento por parte de la iniciativa privada.

En tanto que para la vertiente de instancia normativa y de planeación, el CSVA, cabe destacar los siguientes logros:

- El Programa Hidráulico Estatal, se presentó ante el C. Gobernador del Estado el 9 de enero del 2005, con el cual se incidió sobre la planeación de las dependencias con injerencia en el sector hídrico. Se ha iniciado un proceso con los ayuntamientos estatales para elaborar programas hidráulicos municipales, que consideren la problemática específica del recurso hídrico. El Programa Hidráulico Estatal es un instrumento rector que adquiere obligatoriedad para las instituciones gubernamentales relacionadas con el agua, y una guía para las no gubernamentales.
  - El Programa Hidráulico es dinámico y toma en cuenta diferentes niveles de agregación espacial y temporal, resultando ser una herramienta que permitirá la atención de los diferentes problemas en el corto, mediano y largo plazos, y dependiendo de los recursos económicos, se pueden acotar las metas de planeación.
  - En ese sentido, dentro del programa hidráulico se establecen los lineamientos que permitan la atención de la problemática con un enfoque de sustentabilidad, destacando los siguientes:
    - Fortalecimiento de organismos operadores para que logren su autosuficiencia técnica, administrativa y financiera (permitirá liberar los recursos que se destinan por subsidio)
    - Promover 100% tratamiento de aguas residuales
    - Eficientar distritos de riego y disminuir la contaminación
    - Incremento en obras de protección, obras de control y sistemas de alertamiento
    - Reforzar las redes de medición y la disponibilidad de modelos de alertamiento.
  - Promover y apoyar el desarrollo de la investigación y la cultura del agua.
  - Las acciones identificadas como necesarias para atender la problemática en torno al agua en Veracruz se han cuantificado, de tal manera que para el periodo 2005-2010 se requieren casi 29 mil millones de pesos. El programa hidráulico consigna además posibles fuentes y esquemas de financiamiento.
  - La Guía Metodológica para el Cálculo de Tarifas por la prestación de los servicios públicos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, publicada en la Gaceta Oficial del Estado, el 13 de octubre de 2003. El CSVA ha desarrollado un Cuadernillo de Casos Prácticos, y se ha auxiliado en la aplicación de la Guía Metodológica a Organismos Operadores del Estado. Con estas acciones, se dispone a nivel estatal de un proceso metodológico que facilita y clarifica el cálculo a los prestadores de servicio, induciendo el diseño de tarifas derivadas de cálculos reales de costos, mejorando la recaudación y haciendo eficiente la planeación. Se han creado las condiciones para fijar las tarifas, de acuerdo a criterios de eficiencia técnica económica y para que los conceptos, en la ley sean permanentes, para dar garantías a los prestadores, a los usuarios y para evitar introducir fórmulas que rigidicen la ley; y tomar en cuenta el aspecto ambiental.
  - El Sistema de Información Hidráulica. La información sobre el recurso agua, tanto en su oferta como en su demanda, es estratégica para el desarrollo social, económico y ambiental del Estado de Veracruz. A este respecto, la Ley de Aguas del Estado de Veracruz, determinó la intervención del Estado para promover instituciones y mecanismos que mejoren e incrementen la cantidad y calidad de información disponible para la toma de decisiones de los actores involucrados con el recurso agua, desde el sector público hasta el privado y social. Cabe destacar que en este aspecto el Estado fue pionero en la legislación tanto estatal como nacional.
- El Sistema de Información Hidráulica consiste en el conjunto de bases de datos e información sobre la ocurrencia del agua y su medición; de información climática e hidrográfica; de los estudios, proyectos e inversiones relacionados con el recurso; de los títulos

de concesión, permisos y padrones de usuarios; así como de la infraestructura y de la prestación de servicios asociados al recurso hidráulico, en el ámbito de las cuencas del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Es un servicio público, abierto en general a la población para su consulta.

- El CSVA, que tiene las atribuciones de establecer, organizar, supervisar y operar al Sistema de Información Hidráulica, diseñó, con base en los preceptos de la Ley así como de un análisis de las instituciones involucradas en el sector, una estrategia basada en la colaboración interinstitucional para la instrumentación del Sistema, articulada en un Comité Técnico, integrado por 33 instituciones, organismos y dependencias, que es presidido por el C. Gobernador del Estado.
- El CSVA desarrolló el Programa de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Capacitación en Materia de Agua, para lo cual se integró y se coordinó a un Grupo Promotor, formado por instituciones académicas, organismos y asociaciones civiles, así como dependencias gubernamentales. El Grupo identificó 12 líneas de acción para las actividades del Programa en el Estado. Se desarrolló una cartera de proyectos de investigación.

El Programa es un instrumento de planeación y coordinación que le permite al Gobierno del Estado coordinar proyectos y acciones de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología y capacitación en materia de agua, para plantear e instrumentar alternativas de solución a los problemas sustantivos del sector, empleando tecnología de punta y acrecentando el conocimiento científico sobre los recursos hídricos de Veracruz con la participación del sector académico y científico de instituciones estatales, nacionales e internacionales. Actualmente está en proceso un convenio para instrumentar mecanismos de financiamiento.

El CSVA ha gestionado, y en algunos casos participado e impartido directamente, un total de diecinueve cursos de capacitación en el periodo 2003-2005, para el sector, en materia hídrica.

El CSVA ha instrumentado acciones para fomentar la cultura del agua. En septiembre de 2004, realizó el Segundo Encuentro Nacional de Estados y Municipios

por una Cultura del Agua, en el municipio de Boca del Río, Veracruz; además, elabora bimestralmente el periódico mural (Ahuilizapan), que se distribuye en todo el estado y se encuentra publicado en el portal de internet del CSVA.

A últimas fechas se ha venido impulsando una consolidación de la política hídrica estatal, a través del proceso de consulta pública denominado “Hacia una política estatal del agua”, coordinado por el CSVA y el Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Veracruz (COPLADEVER), emanado de la Ley de Planeación del Estado. Este proceso ha sido diseñado para vincular formalmente la atención integral al sector hídrico con los procesos, en primer lugar, de planeación del desarrollo municipal, estatal y nacional, y en segundo lugar, de ejecución de recursos y control y evaluación de su aplicación.

En el proceso se han identificado acciones de fortalecimiento, coordinación y consolidación en cuatro rubros:

- Interestatal, relativa a los estados vecinos con los que Veracruz comparte cuencas y a la relación con las instancias federales encargadas del recurso;
- Intermunicipal, referente a la necesidad de incrementar y complementar la capacidad institucional de los municipios, relativa a la prestación del servicio;
- Participación social, concerniente a la imperiosa necesidad de continuar informando, involucrando y haciendo partícipe de la atención al sector hídrico a la sociedad;
- Financiamiento, tocante a facilitar el flujo de los recursos financieros a las instancias operadoras, flujos las más de las veces no utilizados al completo por desconocimiento o falta de capacidad de gestión.

A través de la conformación de Subcomités de Planeación Regionales para las cuencas del estado, conformados a partir de los municipios que conforman dichas cuencas, y coordinados por el CSVA, la CAEV y el COPLADEVER, el proceso impulsa estas acciones con una visión de cuencas de gobernabilidad, entendida como el objetivo de lograr un desarrollo ambiental, económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía.



## Conclusiones

El Estado de Veracruz dispone a través del Consejo del Sistema Veracruzano del Agua de un organismo imparcial con capacidad técnica y de gestión, pionero a nivel nacional, que ha sentado las bases para una gestión integrada del recurso hídrico en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, tomando en cuenta todos los usos del agua, a través del desarrollo de los siguientes instrumentos:

- Marco de Planeación Hídrica estatal a corto mediano y largo plazos, habiéndose identificado los problemas sustantivos, indicándose las acciones y los montos necesarios para su atención.
- Bases para la colaboración interinstitucional en el campo de la información sobre el recurso.
- Mecanismos para inducir la investigación, desarrollo tecnológico y la capacitación del sector.
- Estrategias para la regulación de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, incluyendo una guía metodológica que facilita el cálculo de las tarifas a los prestadores de servicio.
- Implementación de acciones de fortalecimiento, coordinación y consolidación entre el estado y los municipios por cuenca hidrológica, extensivo a la sociedad en su conjunto.

Si bien la problemática que aqueja a las diversas regiones del país es diferente, sentimos que la experiencia veracruzana enriquece el debate nacional en torno a la atención a nivel estatal del sector hídrico.

### *Definiciones de gestión integral del agua, gestión integral de los recursos hídricos*

#### **a)** Documentos del IV Foro Mundial del Agua:

En términos conceptuales, los enfoques de GIRH propician el desarrollo y gestión coordinados del agua, la tierra y otros recursos asociados, con el propósito de maximizar el resultante bienestar económico y social de manera equitativa, sin com-

prometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales. En términos operativos, implican la aplicación de conocimientos de varias disciplinas, así como aportaciones de las diversas partes involucradas, a fin de diseñar e instrumentar soluciones eficientes, equitativas y sustentables para los problemas del agua y del desarrollo. En suma, la GIRH ofrece un enfoque para resolver problemas y abordar los retos hídricos clave de maneras que son a la vez económicamente eficientes, socialmente equitativas y ambientalmente sustentables.

#### **b)** Ley de Aguas Nacionales y Ley 21 de Aguas del Estado de Veracruz (Reforma Jun 2006)

**XXVIII.** “Gestión del Agua”: Proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua;

**XXIX.** “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos”: Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque.

# Colección de agua de lluvia: una alternativa para la dotación de agua potable a pequeñas comunidades rurales del país

*Martín D. Mundo Molina<sup>1</sup>*

*Polioptro Martínez Austria<sup>2</sup>*

*Romeo Ballinas Avendaño<sup>1</sup>*

*Miguel Raúl Ponce Martínez<sup>1</sup>*

*Edgar Rafael Ferrer Penagos<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Centro de Investigación, Facultad de Ingeniería,  
Universidad Autónoma de Chiapas

<sup>2</sup>Comisión Nacional del Agua

## Resumen

El abastecimiento de agua potable a pequeñas comunidades rurales es un problema que se manifiesta en todas las entidades de nuestro país. En muchas de ellas la dotación por medios convencionales no es posible, ya sea por razones económicas o técnicas. En este trabajo se presenta un sistema de colección de agua de lluvia (CALL) que por sus características es único en América Latina. El sistema de colección de agua de lluvia fue construido por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), en la comunidad de Yalentay; ésta es una comunidad indígena Tzotzil ubicada en el municipio de Zinacantán, en el estado de Chiapas. El CALL tiene aproximadamente seis años en funcionamiento. Suministra agua de calidad a 500 habitantes. Posee un sistema de filtrado (filtros rápidos y lentos) que mejoran la calidad del agua para el consumo humano. La transferencia del CALL fue un éxito ya que la comunidad hizo suyo el proyecto, prueba de ellos es que allí se celebra cada mes de abril la fiesta religiosa de los Tzotziles zinacantecos de Yalentay, denominada “Fiesta del Agua”, ésta es una manifestación cultural sincrética, mezcla de ritos del pasado indígena con ritos cristianos (el Canal 10 de Chiapas produjo un programa expofeso de dicha fiesta, además de un programa de 30 minutos de duración sobre las características y ventajas de esta alternativa de abastecimiento). El CALL ha generado múltiples beneficios a la comunidad elevando su nivel de vida, entre otros: a) Disminución de las enfermedades diarreicas, b) Disminución de

las enfermedades de la piel, c) Los niños consumen agua potable en la escuela, ésta proviene directo del CALL, d) Existe menos ausentismo escolar, debido a la disminución de las enfermedades relacionadas con el agua, e) Las mujeres no tienen que caminar kilómetros de distancia, sobre una topografía abrupta para conseguir agua, la mayoría de las veces de mala calidad. El CALL ha probado su eficacia en el suministro de agua. Es un sistema económico, no necesita ningún tipo de energía convencional y tiene un uso potencial alto, no sólo para apoyar el suministro de agua en zonas en donde el tracoma es un problema serio de salud en los Altos de Chiapas, sino en cientos de comunidades rurales del país en donde la precipitación pluvial es adecuada y el agua sea escasa. El CALL es una de la mejores alternativas para sustituir a las denominadas “hoyas colectoras” (que aún se siguen construyendo en Chiapas, y en otros estados del país, a pesar del peligro que éstas representan por la mala calidad del agua que proviene de ellas).

## Antecedentes

En apoyo a la problemática del abastecimiento de agua a pequeñas comunidades rurales de nuestro país, la UNACH a través de la Facultad de Ingeniería y el IMTA firmaron un convenio de colaboración en 1994 para buscar alternativas con el objeto de dotar de agua potable en forma segura y económica a las comunidades rurales del país. El trabajo de investigación se inició en el estado de Chiapas, especialmente enfocado a las comunidades indígenas de los Altos. Producto de este esfuerzo conjunto se diseñó un sistema de colección de agua de lluvia que es de bajo costo, sustentable y sencillo de construir, este último requisito de carácter indispensable para su adecuada transferencia. Así, con el apoyo financiero de la AECI se construyó un colector de agua de lluvia en la comunidad indígena Tzotzil de Yalentay en los altos de Chiapas, que por su diseño, características técnicas, esquema de transferencia y participación social de la comunidad destino, es único en América Latina.



## Problemática

El abastecimiento de agua a pequeñas comunidades rurales es un problema que se manifiesta en todas las entidades de nuestro país. En muchas de ellas la dotación por medios convencionales no es posible, ya sea por razones económicas o técnicas. Muchas de estas pequeñas comunidades se encuentran alejadas de centros de población importantes, algunas se ubican en zonas de difícil topografía, algunas más son comunidades dispersas o incluso carecen de una fuente de abastecimiento. Según el Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI, 1998): existen en el país 201, 138 localidades de las cuales 2,827 son urbanas y 198, 311 son localidades rurales, estas últimas con una población aproximada de 24/154/775 habitantes. En la tabla 1 se muestra el número de localidades rurales que existen en México y el número de habitantes de cada una de ellas.

La población rural de nuestro país representa aproximadamente el 27% de la población total. La mayoría de estas comunidades rurales tienen problemas de abastecimiento de agua, especialmente aquellas menores de 1,000 habitantes, magnificándose la problemática en aquellas cuya población no supera los 500 habitantes. A manera de ejemplo se comenta el caso del estado de Chiapas, en donde el 41% de la

población carece de agua entubada y el 55.7% carece de alcantarillado sanitario; estos índices son consecuencia (entre otras causas) de la gran dispersión de pequeñas comunidades y de la topografía tan agreste que la mayor parte de la entidad presenta (este problema se acentúa más en los Altos de Chiapas). En esta entidad existen 19/972 localidades rurales de las cuales 15/712 son menores de 100 habitantes (según INEGI). Dotar de servicios de agua potable en algunas zonas del estado por medios convencionales resulta costoso y en muchos casos imposible. Una alternativa para la dotación de agua a estas pequeñas comunidades de los altos de Chiapas y de muchas otras de nuestro país es a través de la colección de agua de lluvia.

Con estos antecedentes y problemática planteada se inició el proyecto de colección de agua de lluvia en los altos de Chiapas, en la comunidad indígena de Yalentay, finalizando con la construcción del CALL en noviembre de 1998 (ver figuras 1,2 y 3).

### Descripción técnica

La captación de agua de lluvia se hace en el propio techo de la cisterna, que puede ser de lámina, plástico o teja; en el caso del CALL de Yalentay se usó lámina

Tabla 1. Número de localidades rurales y sus habitantes en México (INEGI, 1998)

NÚMERO DE HABITANTES	NÚMERO DE LOCALIDADES RURALES
1 a 49	136 043
50 a 99	15 262
100 a 499	33 426
500 a 999	8537
1000 a 1999	4277
2000 a 2499	766
2500 a 4999	1457

En la tabla 2 se muestra la distribución de la población rural por localidades en siete estados del norte, centro y sur de país

ENTIDAD	# LOCALIDADES RURALES	# HABITANTES	1-49	50-99	100-499	500-999
			HABITANTES	HABITANTES	HABITANTES	HABITANTES
MICHOACAN	9 490	1 373 161	5943	1002	1799	458
OAXACA	9 678	1 824 408	4537	1322	2823	630
TAMAULIPAS	9 379	424 004	8079	345	795	102
VERACRUZ	21 247	2 804 093	13 558	1695	4460	1066
CHIAPAS	19 972	2 000 394	14 366	1346	134	723
CHIHUAHUA	13 540	554 353	11 628	788	937	116
JALISCO	11 854	1 000 468	8719	1204	1483	247



Fig. 1 Techumbre del colector de agua de lluvia (Mundo et al, 1997).

galvanizada. La cisterna se excavó con una geometría tronco piramidal invertida, con la base menor en el piso o fondo (ver figura 2). Las paredes se repellaron con mezcla y se reforzaron internamente con malla de gallinero. La captación del agua de lluvia se hace a través del techo colector y por medio de canaletas se conduce el agua a la cisterna. La cisterna está dividida en dos depósitos, atravesadas en su sección longitudinal por un puente peatonal para facilitar su mantenimiento. El CALL tiene filtros externos e internos. Los externos captan el agua directa del techo colector y lo conducen a los depósitos internos que a su vez poseen un filtro interno (fig. 2) compuesto de capas de arena, carbón y grava. Una vez filtrada el agua ésta fluye a un depósito regulador, diseñado para suministrar la dotación diaria a la comunidad a través de una línea de conducción que la lleva al centro de la población que se abastece a través de grifos.

El agua almacenada está en la más absoluta oscuridad para evitar la proliferación de algas. El CALL tiene un sistema de aireación para la oxigenación del agua, con tubos en forma de U de lado del viento dominante (ver fig. 2). También posee un eliminador de volúmenes en exceso, a través de una serie de tubos colocados en el nivel de excedencia. Las paredes que soportan el techo colector del CALL se construyó con tabicón. En una de estas paredes se construyó una puerta para acceder al CALL a través del puente peatonal. El proceso constructivo de la cisterna fue sencillo, se inició con la excavación de la cisterna,

una vez excavada ésta se continuó con la alineación de las paredes y finalmente se compactó el piso. Una vez terminada la compactación se colocó la malla gallinero en las paredes de la cisterna, terminado con el repellado; luego se levantaron las paredes y se inició la construcción de la estructura del techo; se colocó el sistema de ventilación y la puerta de acceso. Este proceso se detalló en un libro denominado “Manual de construcción de colectores de agua de lluvia”, que se publicará a mediados del 2006. En este manual no sólo se detalla el proceso constructivo, sino además se exponen los estudios básicos, diseño estructural, diseño hidráulico y números generados del CALL, así como el estudio social y el esquema de transferencia de la tecnología diseñado ex profeso.

### Mantenimiento y adaptabilidad al entorno físico

El mantenimiento del sistema es sencillo: a) La limpieza interna debe hacerse al menos una vez cada año, b) Antes de la época de lluvias de debe limpiar el techo, las canaletas y bajadas de agua, c) El agua de la cisterna puede ser tratada con cloro, d) Se recomienda que el filtro se limpie antes del inicio de la temporada de lluvias.

Así, la cisterna subterránea es una alternativa para contar con agua potable en el medio rural, especialmente en donde existen casas dispersas y los sistemas convencionales no son viables. El CALL no contamina el medio ambiente, sin embargo debe disponerse de un área adecuada para su construcción,

#### DETALLE DE CISTERNA Y FILTRO INTERNO

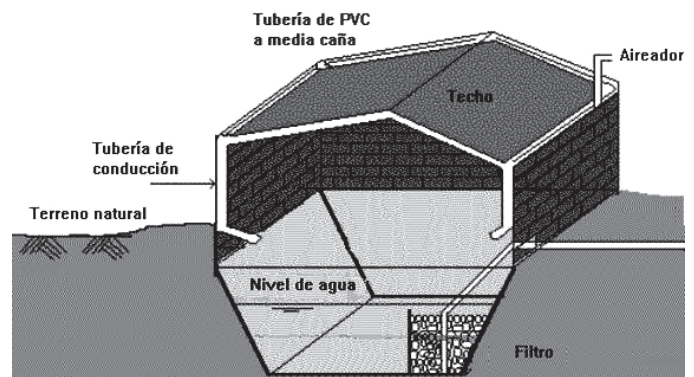


Fig. 2. Forma troncopiramidal del depósito. Filtro lento (Mundo et al, 1997).



en un sitio con una cota ligeramente superior al punto de suministro. Deben aprovecharse las zonas libres de árboles para no deforestar ex profeso.

## Conclusiones

En este trabajo se presentó un sistema de colección de agua de lluvia denominado CALL, que por su diseño, características físicas, esquema de transferencia y adaptabilidad a las comunidades rurales es único en México y América Latina. Actualmente el CALL funciona desde hace casi seis años en Yalentay, comunidad indígena Tzotzil de 500 habitantes en el municipio de Zinacantán, Chiapas. Fue construido por investigadores de la Facultad de Ingeniería de la UNACH y especialistas del IMTA, con el



Fig. 3. Colector de agua de lluvia, Yalentay, Chiapas.

financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional. El sistema es económico, sencillo de construir y no contamina el medio ambiente; garantiza la dotación de agua en zonas rurales en donde la precipitación promedio es adecuada para ello. Debido a su sistema de filtrado proporciona agua apta para el consumo humano. El CALL es una opción viable como alternativa en zonas en donde los sistemas convencionales de dotación no son factibles, ya sea por cuestiones técnicas o económicas o en zonas en donde actualmente se construyen las denominadas “hoyas colectoras” (que aún se siguen construyendo en Chiapas, y en otros estados del país, a pesar del peligro que éstas representan por la mala calidad del agua que proviene de ellas). El CALL ha generado múltiples beneficios a la comunidad de Yalentay, elevando su nivel de vida, entre otros: a) La disminución de enfermedades diarreicas, b) La disminución de enfermedades de la

piel, c) Los niños consumen agua potable en la escuela, ésta proviene directo del CALL, d) Existe menos ausentismo escolar por causa de la disminución de las enfermedades relacionadas con el agua, e). Las mujeres no tienen que caminar kilómetros de distancia, sobre una topografía abrupta para conseguir agua, la mayoría de las veces de mala calidad. El CALL ha probado su eficacia en el suministro de agua. Es un sistema económico, no necesita ningún tipo de energía convencional y tiene un uso potencial alto, no sólo para apoyar el suministro de agua en zonas en donde el tracoma es un problema serio de salud en los Altos de Chiapas, sino en cientos de comunidades rurales del país en donde la precipitación pluvial es adecuada y el agua sea escasa.

## Bibliografía

1. A. Silva, Brasil. (1989). **Consultoría técnica sobre cisternas rurales en la región centro occidental de Venezuela.**
2. L. Nieves, Venezuela. (1987). **Captación y conservación de agua de precipitación para consumo humano y cisternas rurales; dimensionamiento, construcción y manejo.**
3. Cisternas rurales II, San Salvador. (1995). **Proyecto de Rehabilitación e Infraestructura de Producción de Agricultura: Fortalecimiento de la capacidad nacional de gestión de agua.** Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Recursos Naturales Renovables. El Salvador.
4. Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). 1998. <http://inegi.com.mx>.
5. Mundo Molina M.D., Martínez Austria P., Hernández Barrios L., Delgado Bocanegra A. (1997). **Tecnologías alternativas en Hidráulica. Guía técnica para la selección.** Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.
6. Canal 10 de Chiapas (2005). **“Colección de agua de lluvia en Zinacantán, Chiapas”.** Programa Biosfera 10. Gobierno del Estado. Sistema Chiapaneco de Radio y Televisión. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
7. Canal 10 de Chiapas (2005). **“La fiesta del agua en Yalentay, Zinacantán, Chiapas”.** Programa Nilyuarilu. Gobierno del Estado. Sistema Chiapaneco de Radio y Televisión. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



# Contraste de métodos regionales de estimación de crecientes en la cuenca del Río Guayalejo, en Tamaulipas

Daniel Fco. Campos Aranda  
Investigador Nacional

## Resumen

Inicialmente se citan algunas de las particularidades de los métodos regionales de estimación de crecientes y se plantea cómo será llevado a cabo este contraste. En seguida se exponen la procedencia y características generales de la información hidrométrica utilizada. Se continúa con los análisis de independencia, aleatoriedad y homogeneidad regional de los datos, estos últimos a través de la prueba de Langbein, la cual define siete estaciones hidrométricas homogéneas. Posteriormente, se describen brevemente y aplican los cinco métodos regionales siguientes: avenidas índice, valores estandarizados medianos, estaciones-años, momentos de probabilidad pesada (MPP) regionales y MPP ponderados. Por último, se establece un enfoque objetivo para el contraste, se analizan los resultados y se formulan varias conclusiones.

## Planteamiento General

Durante la década de los años ochentas se inició formalmente el análisis regional de los datos sobre crecientes para su predicción en sitios sin tal información y para obtener estimaciones más confiables en cuencas con datos insuficientes. Aunque el método de la avenida índice data de 20 años antes (Dalrymple, 1960), es hacia finales de los ochentas que se hace una revisión de este enfoque, en cuanto a métodos o técnicas y sus ventajas (Cunnane, 1988).

El análisis regional de frecuencia de crecientes (ARFC) permite realizar predicciones de crecientes, es decir, estimaciones asociadas a una determinada probabilidad de excedencia, con base en todos los datos observados en varias estaciones hidrométricas de una región. La condición implícita en este planteamiento es que las estaciones utilizadas sean homogéneas en algún sentido estadístico-hidrológico. Las prue-

bas de homogeneidad regional han evolucionado bastante desde el enfoque de Langbein (Dalrymple, 1960) hasta las pruebas que emplean características climáticas y/o fisiográficas de las cuencas (Wiltshire, 1985; Santillán, 2000).

Por otra parte, los criterios de diseño establecen el periodo de retorno ( $T_r$ ) que debe tener la creciente o avenida de diseño de cada obra de infraestructura hidráulica, desde las alcantarillas hasta los grandes embalses (GASIR, 1996). El valor del  $T_r$  o recíproco de la probabilidad de excedencia está asociado a la rareza de la creciente y los métodos del ARFC conducen a tales estimaciones, por ello el contraste realizado en la cuenca del Río Guayalejo de la Región Hidrológica No. 26 (Pánuco), se desarrolla entre las predicciones observadas y las estimadas con cinco métodos del ARFC, para los 9 valores del  $T_r$  siguientes: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1000 y 10 000 años.

## Información hidrométrica utilizada

La cuenca del Río Guayalejo, afluente del Río Pánuco en las cercanías de la ciudad de Tampico, Tamaulipas, abarca un poco más de 17,000 km<sup>2</sup>, con un recorrido de noroeste a sureste desde los 24° de latitud norte hasta los 22° 15' (Castillo, 1996). En tal cuenca existen 10 estaciones hidrométricas con información de gastos máximos anuales continuos, cuyo datos generales se han concentrado en la Tabla 1, así como sus amplitudes de registro y datos faltantes; en cambio, en la Figura 1 se tiene su localización esquemática. Una parte de los datos utilizados se presentan en la Tabla 2, los cuales proceden de los CD's 5 y 6 de la última versión del sistema BANDAS (IMTA, 2003), el cual incluye datos hasta el año 2002.

## Análisis de independencia y aleatoriedad de los datos

Para que las predicciones obtenidas con el ARFC, sean válidas estadísticamente hablando, las series de datos deben ser cuando menos independientes y



aleatorias. La independencia de los datos se mide con el coeficiente de correlación serial (rk), el cual indica que tan fuertemente es afectado un evento por el anterior a él, el cual está desfasado o tiene un retraso k (Yevjevich, 1972). En la prueba de Anderson (Linsley et al., 1977; WMO, 1971) cuando el valor calculado de r1 no excede al intervalo definido por los límites o curvas de control, no es estadísticamente diferente de cero y por lo tanto los datos son independientes. Por otra parte, en una serie completamente aleatoria la función de densidad espectral (fde) es una constante y se denomina ruido blanco. La fde de una muestra puede ser calculada con base en el coeficiente de correlación serial de retraso k, (Haan, 1977, Campos, 1993). De los diez registros disponibles (Tabla 1), únicamente el de la estación hidrométrica La Servilleta presenta un  $r^1 = 0.275$  cercano a los límites o curvas de control, por lo tanto todos son independientes y también son aleatorios según la prueba del análisis espectral.

### Prueba de homogeneidad regional de Langbein

El planteamiento y desarrollo de esta prueba estadístico-hidrológica se puede consultar en Dalrymple (1960), Campos (1994c) y Gutiérrez y Ramírez (2005). La prueba requiere la selección de un periodo común en las estaciones hidrométricas que se prueban, en este caso se adoptó (ver Tabla 1) el lapso de 1960 al 2002, es decir, 43 años, definido por el inicio de las estaciones Sabinas, La Servilleta y Río Frío. La estimación de datos faltantes en el periodo citado se realizó por medio de las regresiones lineales siguientes:

Estación y utilizados (n)	Estación x	Periodo:	No. de datos	R <sup>2</sup> :	Años estimados
Ahualulco (RPA)	Ahualulco (RN)	1948–1978	29	0.9775	1979 al 2002
San Gabriel II	La Encantada	1960–2002	29	0.9539	1975 a 1978 y 1982
Tamesí	Magiscatzin II	1973–2002	28	0.7870	1960 al 1972 y 1976

En donde R<sup>2</sup> es el coeficiente de determinación (Campos, 2003). En las estaciones incompletas Mante y Sabinas no fue posible estimar sus valores faltantes y por ello se utilizaron con 35 y 42 años en la prueba de Langbein expuesta en la Tabla 3.

Los ajustes Gumbel mostrados en la Tabla 3 a los gastos máximos anuales del periodo común corresponden a los que conducen al menor error estándar de ajuste

(Kite, 1977; Campos, 1998) y permiten la aplicación de la prueba de Langbein, cuyos resultados indican que las dos estaciones Ahualulco y Río Frío deben ser excluidas, para tener una homogeneidad regional en la cuenca del Río Guayalejo.

### Predicciones observadas

La distribución General de Valores Extremos (GVE) se ajustó a los datos disponibles en las 7 estaciones hidrométricas que resultaron homogéneas según la prueba de Langbein, a través de cinco procedimientos (Campos, 2001) y se seleccionó el que condujo al menor error estándar de ajuste (Kite, 1977). Como en su mayoría el método de los momentos L fue el que logró el mejor ajuste, se expone en el apéndice, Las predicciones para los 9 periodos de retorno citados se presentan en la Tabla 4 en negritas.

### Método de la Avenida Índice

Este método del ARFC al igual que el siguiente, utiliza el periodo común definido para la prueba de Langbein y con base en los ajustes Gumbel obtiene las predicciones para los 9 periodos de retorno que serán utilizados, así como para el de 2.33 años el cual sirve para volver adimensionales las estimaciones citadas. Los resultados obtenidos se han concentrado en la Tabla 5, los valores de su último renglón definen la curva regional de frecuencias por medio de la mediana.

Las relaciones lineales en papel logarítmico para las 7 estaciones hidrométricas homogéneas, con el área de cuenca (A) en km<sup>2</sup> en las abscisas (Tabla 1) y el gasto de

periodo de retorno 2.33 años (Tabla 3) en las ordenadas, así como el gasto medio anual (Tabla 1), conducen a las ecuaciones siguientes:

$$\bar{Q} = 12.261 \cdot A^{0.4676} \text{ con } R^2 = 0.8841 \quad (1)$$

$$Q_{2.33} = 12.550 \cdot A^{0.4716} \text{ con } R^2 = 0.8553 \quad (2)$$

En la Figura 2 también se han indicado las estaciones no homogéneas, números 1, 2 y 6, mostrando que las 10 estaciones de la cuenca del Río Guayalejo definen una relación lineal, lo cual brinda confianza a la verificación de la homogeneidad regional (Campos, 2005). La aplicación del método de la avenida índice se realiza obteniendo en cada estación hidrométrica el gasto Q2.33, tal valor se multiplica por las magnitudes de la curva regional, último renglón de la Tabla 5, para obtener las predicciones buscadas, mismas que se han concentrado en la Tabla 4.

### Método de los valores adimensionales medianos

Este procedimiento es un algoritmo bastante similar al método anterior, el cual comienza por volver adimensionales los gastos anuales del periodo común al dividirlos entre su valor mediano, después se ordenan por magnitud cada registro y se obtiene la mediana de cada rango o número de orden el cual varía de 1 a n, siendo n la amplitud del periodo común. A los valores estandarizados medianos se les ajusta una distribución GVE para obtener la curva regional de predicciones, cuyas magnitudes al ser multiplicadas por el valor mediano de la cuenca en análisis conduce a las estimaciones buscadas (Greis y Wood, 1981; Kuczera, 1982; Campos, 1994a).

Para la aplicación de este método primero se completó la estación Sabinas en el año de 1998 con su valor medio

EEA (0.129)	Periodos de retorno en años								
	2	5	10	25	50	100	500	1,000	10,000
MVEM	1.058	1.800	2.448	3.503	4.502	5.723	9.729	12.136	24.822

y se eliminó la estación Mante por carecer de 8 valores en el periodo común; los resultados se han concentrado en la Tabla 6 y los valores de la curva regional al ajustar la distribución GVE son los siguientes:

El método de ajuste de la función GVE que condujo al menor error estándar de ajuste (EEA) fue el de máxima verosimilitud (NERC, 1975; Campos, 2001). Por otra parte, la expresión para estimar el gasto mediano en función del área de cuenca y con sólo 4 datos fue:

$$Q_{mediano} = 21.073 \cdot A^{0.4106} \text{ con } R^2 = 0.8998 \quad (3)$$

Entonces la aplicación de este método consiste en utilizar la ecuación anterior para obtener el gasto mediano y multiplicarlo por los valores de la tabulación anterior, ambos resultados se han concentrado en la Tabla 4.

### Método de las estaciones-años

Este procedimiento (Garros-Berthet, 1994; Escalante y Reyes, 2002) utiliza todos los datos disponibles, dividiendo primeramente cada valor de un registro entre su gasto medio anual, después todas las magnitudes adimensionales se integran en una única serie, en este caso de 326 valores, y se le ajusta una distribución GVE. Los resultados obtenidos fueron:

EEA (0.091)	Periodos de retorno en años								
	2	5	10	25	50	100	500	1,000	10,000
MEA	0.695	1.382	2.033	3.176	4.339	5.851	11.375	15.030	37.286

Nuevamente, el mejor ajuste se obtuvo con el método de máxima verosimilitud (NERC, 1975; Campos, 2001). Para la aplicación del método se calcula el gasto medio con la ecuación 2 y tal valor se multiplica por los valores de la tabulación anterior para obtener las predicciones buscadas, mismas que se han concentrado en la Tabla 4.

### Método de los MPP regionales

Los momento de probabilidad pesada (MPP) son propiedades estadísticas de los datos ordenados, que permite definir los momentos L o combinaciones lineales de los primeros. De acuerdo a Stedinger et al. (1993) cuando los MPP se emplean para ajustes regionales se deben utilizar sus estimaciones insesgadas y cuando se emplean para ajustes locales sus estimaciones sesgadas; ambas mostradas en el Apéndice. Varas (2000) demostró a nivel mundial que los MPP de un cierto orden guardan relación con los de orden inferior; lo anterior implica que conociendo bi se puede estimar bi+1. Campos (2002, 2005) ha demostrado y aplicado tal planteamiento en dos regiones hidrológicas del país y con datos hidrológicos diferentes.

En la Tabla 7 se presentan las estimaciones muestrales insesgadas de los MPP y con base en ellas se obtuvieron las siguientes relaciones:

Relación:	Ordenada al origen ( )	Pendiente (m)	R <sup>2</sup>
b <sub>1</sub> = + m·b <sub>0</sub>	22.350	0.6543	0.9869
b <sub>2</sub> = + m·b <sub>1</sub>	9.967	0.7702	0.9955
b <sub>3</sub> = + m·b <sub>2</sub>	6.034	0.8256	0.9979
b <sub>4</sub> = + m·b <sub>3</sub>	4.180	0.8581	0.9988

Con base en la ecuación 2 se obtiene el gasto medio anual equivalente a b<sup>0</sup> y por lo tanto se puede estimar b<sup>1</sup> y después b<sup>2</sup> con las relaciones anteriores para posteriormente calcular los momentos L (ecuaciones e, f y g). En seguida se ajusta la distribución GVE, con el método de los momentos L (ver Apéndice); los resultados de la predicciones obtenidas con cada ajuste se han concentrado en la Tabla 4.

### Método de los MPP ponderados

Este procedimiento es semejante al anterior, consiste en obtener unos MPP sesgados y adimensionales, dividiéndolos entre sus correspondientes momentos cero o media aritmética (b<sup>0</sup>), en seguida se obtienen los promedios para la región y después con base en ellos se ajusta la distribución GVE por momentos L para obtener los valores de la curva regional de predicciones. Por último, se multiplican estos valores regionales por la media de cada cuenca estimada ésta con la ecuación 2, para obtener las predicciones buscadas (Greis y Wood, 1981; Cunnane, 1988; Campos, 1994b). En realidad el promediado de los MPP adimensionales es una ponderación con respecto a las amplitudes de registro, es decir:

$$b_r^p = \frac{b_r}{b_0} (n_k / L) \tag{4}$$

nk son el número de años de cada registro (ver Tabla 1) con k = 1,2,3, . . . ,7 y L es su suma es decir 326. También en la Tabla 7 se presentan los MPP sesgados estandarizados y su ponderación. Con base en los valores: = 1.00000, = 0.71142 y = 0.57425 se ajusta la distribución GVE, según procedimiento del Apéndice, las predicciones adimensionales obtenidas son:

El procedimiento de aplicación es idéntico al del método de las estaciones-años; los resultados se muestran en la Tabla 4.

-	Periodos de retorno en años								
	2	5	10	25	50	100	500	1,000	10,000
MMPPP	0.726	1.341	1.908	2.879	3.843	5.070	9.394	12.164	28.222

### Planteamiento para el contraste

Con la idea de establecer un procedimiento objetivo de contraste y a la vez obtener estimaciones cuantitativas de la exactitud de cada predicción, en la Tabla 4 primeramente se obtiene el valor mediano de los resultados de los cinco métodos del ARFC, para cada periodo de retorno (Tr) y entonces se calcula el error relativo definido como:

$$er = \frac{Q_{est}^{Tr} - Q_{obs}^{Tr}}{Q_{obs}^{Tr}} 100 \tag{5}$$

en donde, el error relativo se expresa en porcentaje y presenta un valor negativo cuando el gasto mediano de los métodos regionales (Q<sub>est</sub><sup>Tr</sup>) resultó menor que el gasto observado (Q<sub>est</sub><sup>Tr</sup>); en cambio, cuando conduzca a un valor positivo indica que la avenida estimada resultó superior a la predicción observada.

### Análisis de los resultados

Según se observa en la Tabla 4, en las dos primeras estaciones hidrométricas, las de menor área de cuenca (< 500 km<sup>2</sup>), al método de las estaciones-años corresponden la mayoría de los valores medianos; en cambio en el resto, pertenecen al método de los MPP ponderados. Dando mayor importancia a la concordancia entre las predicciones de los cuatro últimos periodos de retorno (> 100 años), se puede indicar que únicamente en las estaciones hidrométricas Sabinas y Magiscatzin II, el gasto mediano regional aporta estimaciones bastante aproximadas.

Por otra parte, las peores estimaciones de los métodos regionales se presentan por exceso en las estaciones hidrométricas La Servilleta y Tamesí, con errores relativos que van del 60 al 240 %, para los periodos de retorno de 100 a 10,000 años; en cambio, por defecto se presentan en La Encantada y San Gabriel II que llegan hasta un error relativo del -59.3 y -87.0 %, para el periodo de retorno de 10,000 años, respectivamente. Lo anterior significa que el gasto mediano regional debería de ser multiplicado por 2.455 y 7.707 para alcanzar la predicción observada en cada una de estas estaciones de aforos.

Con respecto al método regional que aporta el mejor ajuste, cuyos valores se han indicado con cursivas en la Tabla 4, existe una correspondencia con los grupos de estaciones previamente citados, por ejemplo, en Sabinas y Magiscatzin II la mejor aproximación a las predicciones observadas se obtiene con el método de los valores estandarizados medianos; en cambio en La Servilleta y Tamesí el método de las avenidas índice resultó el más aproximado y en La Encantada y San Gabriel II es el de las estaciones-años.

Las siete estaciones hidrométricas que han sido procesadas probabilísticamente con base en la distribución GVE, forman una región homogénea de acuerdo a la prueba de Langbein, sin embargo presentan grandes diferencias hidrológicas, que se ven reflejadas en la enorme variabilidad de sus gastos máximos anuales; por ejemplo en la estación hidrométrica La Encantada oscilan de 15 a 3,450 m<sup>3</sup>/s, en San Gabriel II de 27 a 2,400 m<sup>3</sup>/s y en contraste en La Servilleta varían del 74 a 1,675 m<sup>3</sup>/s y en Tamesí de 428 a 2,700 m<sup>3</sup>/s. Además, el número de eventos que pueden ser considerados ciclónicos o valores dispersos (outliers), también cambia de un registro a otro. Los aspectos estadístico-hidrológicos anteriores conducen a predicciones que no están en concordancia con el área de cuenca drenada por cada estación hidrométrica, esto se manifiesta de sobre manera en La Encantada y en Tamesí, en la primera por exceso y en segunda por defecto.

En la se presenta una aplicación de contraste a las avenidas de diseño estimadas con métodos hidrológicos en la cuenca de 488 km<sup>2</sup> de la presa Las Animas (Castillo, 1996), sobre el arroyo del mismo nombre, la cual es un vaso lateral del Río Guayalejo en las cercanías de la estación hidrométrica Magiscatzin II. Este embalse se alimenta con las derivaciones de la presa Saca de Agua en las proximidades de ciudad Mante.

Se observa que las estimaciones de los métodos regionales, a través de su gasto mediano presentan un error relativo que varía del 50 al 300 % en términos generales, para los periodos de retorno de 2 a 10,000 años, respectivamente.

## Conclusiones

Primera: en la cuenca del Río Guayalejo siete de sus estaciones hidrométricas forman una región homogénea, según la prueba de Langbein, éstas son: Mante, Sabinas, La Servilleta, La Encantada, San Gabriel II, Magiscatzin II y Tamesí.

Segunda: las grandes diferencias hidrológicas de las cuencas de las estaciones de aforos citadas, se ven reflejadas en sus registros hidrométricos y éstos conducen a predicciones bastante variables (ver Tabla 4), las cuales los métodos del análisis regional no pueden reproducir, excepto en las estaciones Sabinas y Magiscatzin II.

Tercera: lo anterior se destaca en las estaciones hidrométricas La Servilleta y Tamesí, en las cuales los errores relativos por exceso oscilan del 60 al 240 %, para los periodos de retorno de 100 a 10,000 años; en cambio, en La Encantada y San Gabriel II se llega a un error relativo del -59.3 y -87.0 %, para el periodo de retorno de 10,000 años, lo cual significa que el gasto mediano regional debería de ser multiplicado por 2.455 y 7.707 para alcanzar la predicción observada en cada una de estas estaciones de aforos.

Cuarta: es probable que la aplicación de los resultados obtenidos para los cinco métodos regionales (ecuaciones 1 a 3 y sus valores adimensionales de Q<sub>Tr</sub>/Q<sub>medio</sub> tabulados), conduzcan en general a sobreestimaciones en cuencas < de 1,000 km<sup>2</sup>, como se encontró en la aplicación descrita (Tabla 8).

## Apéndice: ajuste de la distribución GVE a través del Método de los Momentos L

La estimación de los momentos  $L(r)$  comienza con el cálculo de los momentos de probabilidad pesada muestrales (br), ya que los primeros son combinaciones lineales de los segundos. Los estimadores insesgados de los br son (Stedinger et al., 1993):

La estimación de los momentos  $L(r)$  comienza con el cálculo de los momentos de probabilidad pesada muestrales (br), ya que los primeros son combinaciones lineales de los segundos. Los estimadores insesgados de los br son (Stedinger et al., 1993):



$$b_0 = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = \bar{x} \quad (a)$$

$$b_1 = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(n-i) \cdot x_i}{n \cdot (n-1)} \quad (b)$$

$$b_2 = \sum_{i=1}^{n-2} \frac{(n-i)(n-i-1) \cdot x_i}{n \cdot (n-1)(n-2)} \quad (c)$$

En las expresiones anteriores, xi son los datos ordenados de mayor a menor. Por otra parte, los estimadores sesgados están dados por la expresión siguiente (Stedinger et al., 1993):

$$b_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \left[ 1 - \frac{(i - 0.35)^r}{n} \right] \quad (d)$$

nuevamente xi son los datos ordenados en forma decreciente. Los momentos L son:

$$l = b_0 \quad (e)$$

$$2 = 2 \cdot b_1 - b_0 \quad (f)$$

$$3 = 6 \cdot b_2 - 6 \cdot b_1 + b_0 \quad (g)$$

La solución inversa de la función GVE, es decir el cálculo de una predicción X es igual a (Jenkinson, 1969; Stedinger et al., 1993; Raynal, 1984; Metcalfe, 1997; Campos, 2001):

$$X = u + a \cdot \quad (h)$$

siendo y la variable reducida igual a:

$$y = 1 - \{-\ln [F(x)]\}k \quad (i)$$

en la cual F(x) es la probabilidad de no excedencia [P(X

)]. Los parámetros de ajuste son: u de ubicación, a de escala y k de forma, cuyas expresiones de acuerdo a la técnica de los momentos L son (Stedinger et al., 1993; Metcalfe, 1997):

$$c = \frac{2 \ddot{e}_2}{\ddot{e}_3 + 3 \ddot{e}_2} - 0.6309298 \quad (j)$$

$$k = 7.8590 \cdot c + 2.9554 \cdot c^2 \quad (k)$$

$$a = \frac{k \ddot{e}_2}{\Gamma(1+k)(1-2^{-k})} \quad (l)$$

$$u = \frac{1}{k} + \frac{a[\Gamma(1+k)-1]}{k} \quad (m)$$

la función gamma se estima con la fórmula de Stirling (Abramowitz y Stegun, 1972):

$$\Gamma(z) = e^{-z} \cdot z^{z-1/2} \cdot (2\pi)^{1/2} \quad (n)$$

El error estándar de ajuste (EEA) es igual a (Kite, 1977):

$$EEA = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X_i)^2}{(n - np)}} \quad (o)$$

en donde n y np son el número de datos de cada registro y de parámetros de ajuste, para la distribución GVE es tres; xi son los datos ordenados en forma creciente y Xi las predicciones obtenidas con la ecuación h para las probabilidades de no excedencia F(x) obtenidas con la fórmula de Weibull (Benson, 1962):

en donde n y np son el número de datos de cada registro y de parámetros de ajuste, para la distribución GVE es tres; xi son los datos ordenados en forma creciente y Xi las predicciones obtenidas con la ecuación h para las probabilidades de no excedencia F(x) obtenidas con la fórmula de Weibull (Benson, 1962):

$$F(x) = \frac{no}{n+1} \quad (p)$$

siendo no el número de orden, con 1 para el menor de los datos y n para el mayor.

### Anexos

Tabla 1 Características generales de las estaciones hidrométricas indicadas de la cuenca del Río Guayalejo.

No.	Clave	Nombre	Corriente	Edo.	Area (km <sup>2</sup> )	Registro	Años faltantes	No. años	Q
1	26196	Ahualulco	Río Poza Azul	TAM.	17.0	1946–1978	1947	32	80.4
2	26023	Ahualulco	Río Nacimiento	TAM.	25.0	1946–2002	1992	56	108.9
3	26334	Mante	Río Mante	TAM.	42.0	1942–2002	*	53	65.4
4	26388	Sabinas	Río Sabinas	TAM.	497.0	1960–2002	1998	42	356.9

No.	Clave	Nombre	Corriente	Edo.	Area (km <sup>2</sup> )	Registro	Años faltantes	No. años	Q
5	26280	La Servilleta	Río Comandante	TAM.	2,532.0	1960–2002	–	43	446.4
6	26296	Río Frío	Río Frío	TAM.	2,785.0	1960–2002	–	43	571.9
7	26218	La Encantada	Río Guayalejo	TAM.	3,725.0	1950–2002	–	53	361.0
8	26149	San Gabriel II	Río Guayalejo	TAM.	4,937.0	1942–2002	1975–78, 1982	56	401.7
9	26249	Magiscatzin II	Río Guayalejo	TAM.	10,968.0	1954–2002	–	49	1,521.6
10	26416	Tamesí	Río Tamesí	TAM.	14,923.0	1973–2002	1976	29	1,279.7

\* 1964–66, 1991, 1992 y 1995–97.

Q gasto medio anual (m<sup>3</sup>/s)

Tabla 2 Gastos máximos anuales (m<sup>3</sup>/s) en las estaciones hidrométricas indicadas de la cuenca del Río Guayalejo.

No.	Año	Sabinas	La Servilleta	Río Frío	La Encantada	Magiscatzin	Tamesí
1	1950	–	–	–	15.2	–	–
2	1951	–	–	–	428.8	–	–
3	1952	–	–	–	71.5	–	–
4	1953	–	–	–	85.1	–	–
5	1954	–	–	–	244.2	524.0	–
6	1955	–	–	–	615.2	4,500.0	–
7	1956	–	–	–	113.0	1,150.6	–
8	1957	–	–	–	15.7	261.6	–
9	1958	–	–	–	146.0	491.3	–
10	1959	–	–	–	43.2	1,384.0	–
11	1960	253.5	150.4	269.4	55.4	509.9	–
12	1961	349.0	486.9	685.3	117.6	1,239.9	–
13	1962	439.5	480.0	429.2	495.9	1,589.0	–
14	1963	163.3	158.0	265.0	72.5	363.6	–
15	1964	222.0	118.0	215.4	100.3	513.8	–
16	1965	177.0	437.0	615.0	50.9	851.5	–
17	1966	540.8	475.0	716.5	1,540.0	3,737.5	–
18	1967	316.0	369.5	507.9	600.0	2,124.2	–
19	1968	183.0	537.2	632.0	107.3	908.1	–
20	1969	241.9	453.0	576.0	124.0	633.0	–
21	1970	400.1	895.0	877.0	446.0	3,403.6	–
22	1971	375.0	472.0	668.0	133.1	2,311.6	–
23	1972	314.5	391.0	562.0	435.0	2,286.0	–
24	1973	504.0	579.0	702.0	223.0	2,997.4	2,700.0
25	1974	193.3	358.5	449.6	161.5	796.0	1,710.0
26	1975	437.8	595.0	744.0	423.0	1,460.3	1,102.0
27	1976	834.8	1,676.0	397.1	1,006.0	5,510.0	–
28	1977	478.9	803.2	949.3	2,194.1	2,600.0	2,148.0
29	1978	498.8	265.0	457.4	468.0	967.0	1,157.0
30	1979	140.8	558.2	568.0	134.7	778.4	1,147.0
31	1980	139.4	89.7	194.9	102.1	429.5	449.5
32	1981	173.9	311.8	429.5	126.3	934.5	1,170.0
33	1982	239.0	73.6	182.0	106.9	349.5	427.5
34	1983	317.0	319.3	579.4	138.0	996.0	1,180.0
35	1984	255.6	198.0	321.2	130.6	584.4	1,124.0
36	1985	366.9	366.0	554.9	37.5	1,071.1	1,140.0
37	1986	267.0	211.5	459.3	106.3	742.0	674.0
38	1987	580.0	290.0	532.0	62.4	2,040.0	1,525.0
39	1988	197.0	361.0	443.4	287.5	1,190.0	1,256.0
40	1989	164.1	297.0	524.0	75.0	653.0	925.0
41	1990	163.0	158.0	281.0	150.5	534.0	850.0
42	1991	309.0	542.0	691.0	247.0	2,500.0	1,750.0
43	1992	620.5	930.5	968.5	96.6	3,111.9	1,918.1
44	1993	374.6	995.5	955.3	912.3	2,231.6	2,387.0
45	1994	402.5	181.0	561.3	134.1	1,648.2	1,202.6
46	1995	182.2	393.6	597.0	624.9	1,513.3	965.9
47	1996	240.1	490.5	803.4	646.7	1,401.5	1,063.4
48	1997	308.4	384.2	532.5	216.1	1,036.8	990.8
49	1998	–	360.4	508.4	128.4	794.5	870.6
50	1999	312.2	604.8	982.9	215.8	1,921.6	1,092.9
51	2000	1,198.1	874.5	1,241.2	3,449.6	2,931.6	2,577.7
52	2001	420.0	201.6	440.2	393.6	1,059.2	917.9
53	2002	696.5	301.6	521.3	76.0	991.5	689.5

Tabla 3 Cálculos de la prueba de homogeneidad de Langbein.

No.	Estación:	M.A.*	$Q_{2.33}$	$Q_{10}$	$Q_{10}/Q_{2.33}$	$Q=RP \cdot Q_{2.33}$	Tr	n	Límites:
1	Ahualulco (RPA)	mo	83.6	127.8	1.529	161.8	<b>35.0</b>	42	4.10–25.70
2	Ahualulco (RN)	me	109.9	146.6	1.334	212.7	<b>191.1</b>	42	4.10–25.70
3	Mante	sx	69.4	132.5	1.909	134.3	10.5	35	3.78–28.16
4	Sabinas	sx	356.5	634.7	1.780	689.8	13.7	42	4.10–25.70
5	La Servilleta	sx	445.7	847.0	1.900	862.4	10.6	43	4.14–25.41
6	Río Frío	mv	576.8	902.9	1.564	1,116.1	<b>28.8</b>	43	4.14–25.41
7	La Encantada	sx	402.4	1,150.8	2.860	778.6	4.7	43	4.14–25.41
8	San Gabriel II	mo	461.0	1,247.8	2.707	892.0	5.0	43	4.14–25.41
9	Magiscatzin II	sx	1,538.1	3,078.1	2.001	2,976.2	9.0	43	4.14–25.41
10	Tamesí	sx	1,365.9	2,412.2	1.766	2,643.0	14.2	43	4.14–25.41
–	–	–	–	–	19.350	Relación Promedio(RP) = 1.935			

Tabla 4 Gasto máximos (m<sup>3</sup>/s) observados y estimados con los 5 métodos regionales indicados.

Estación:	EEA*(m <sup>3</sup> /s)	Periodos de retorno en años									
		2	5	10	25	50	100	500	1,000	10,000	
1. Mante		= 73.1 m <sup>3</sup> /s			= 70.4 m <sup>3</sup> /s			97.8 m <sup>3</sup> /s			
FDP* GVE por momentos L	<b>21.4</b>	<b>50.3</b>	<b>87.6</b>	<b>120.6</b>	<b>175.0</b>	<b>227.1</b>	<b>291.4</b>	<b>506.1</b>	<b>637.2</b>	<b>1,344.2</b>	
Método de la Avenida Indíce	–	64.8	109.7	139.5	177.2	205.2	232.9	296.9	324.5	415.9	
Método de los V.E.*Medianos	–	103.5	176.0	239.4	342.6	440.3	559.7	951.5	1,186.9	2,427.6	
Método de las estaciones–años	–	48.9	97.3	143.1	223.6	305.5	411.9	800.8	1,058.1	2,624.9	
Método de los MPP regionales	–	19.4	102.4	190.2	361.3	553.1	824.5	1,974.8	2,841.3	9,294.7	
Método de los MPP ponderados	–	51.1	94.4	134.3	202.7	270.5	356.9	661.3	856.3	1,986.8	
E.R.* del gasto mediano regional	–	1.6	16.9	18.7	27.8	34.5	41.4	58.2	66.1	80.6	
2. Sabinas		= 234.6 m <sup>3</sup> /s			= 223.5 m <sup>3</sup> /s			269.7 m <sup>3</sup> /s			
FDP* GVE por máxima verosimilitud	<b>28.5</b>	<b>294.1</b>	<b>462.7</b>	<b>614.5</b>	<b>868.5</b>	<b>1,115.5</b>	<b>1,424.2</b>	<b>2,478.4</b>	<b>3,134.9</b>	<b>6,782.5</b>	
Método de la Avenida Indíce	–	207.9	352.1	447.9	568.7	658.5	747.4	952.9	1,041.4	1,334.9	
Método de los V.E.*Medianos	–	285.3	485.5	660.2	944.8	1,214.2	1,543.5	2,623.9	3,273.1	6,694.5	
Método de las estaciones–años	–	155.3	308.9	454.4	709.8	969.8	1,307.7	2,542.3	3,359.2	8,333.4	
Método de los MPP regionales	–	146.4	307.0	460.0	730.2	1,006.4	1,367.1	2,695.2	3,580.1	9,023.6	
Método de los MPP ponderados	–	162.3	299.7	426.4	643.5	858.9	1,133.1	2,099.6	2,718.7	6,307.6	
E.R.* del gasto mediano regional	–	–44.8	–33.2	–26.1	–18.3	–13.1	–8.2	2.6	4.4	–1.3	
3. La Servilleta		= 505.5 m <sup>3</sup> /s			= 478.6 m <sup>3</sup> /s			526.2 m <sup>3</sup> /s			
FDP* GVE por momentos L	<b>75.9</b>	<b>379.5</b>	<b>622.4</b>	<b>806.3</b>	<b>1,069.0</b>	<b>1,288.2</b>	<b>1,528.8</b>	<b>2,186.2</b>	<b>2,519.1</b>	<b>3,894.4</b>	
Método de la Avenida Indíce	–	447.9	758.8	965.0	1,225.3	1,418.9	1,610.5	2,053.3	2,243.9	2,876.3	
Método de los V.E.*Medianos	–	556.7	947.2	1,288.1	1,843.3	2,369.0	3,011.4	5,119.4	6,386.0	13,061.3	
Método de las estaciones–años	–	332.6	661.4	973.0	1,520.0	2,076.6	2,800.3	5,444.1	7,193.4	17,845.1	
Método de los MPP regionales	–	359.7	646.2	902.4	1,328.6	1,740.5	2,252.9	3,987.4	5,059.2	10,945.6	
Método de los MPP ponderados	–	347.5	641.8	913.2	1,377.9	1,839.3	2,426.5	4,496.0	5,821.7	13,507.0	
E.R.* del gasto mediano regional	–	–5.2	6.3	19.7	28.9	42.8	58.7	105.7	131.1	235.4	
4. La Encantada		= 606.4 m <sup>3</sup> /s			= 573.3 m <sup>3</sup> /s			616.6 m <sup>3</sup> /s			
FDP* GVE por máxima verosimilitud	<b>148.4</b>	<b>167.7</b>	<b>424.1</b>	<b>753.4</b>	<b>1,525.4</b>	<b>2,553.9</b>	<b>4,244.1</b>	<b>13,629.1</b>	<b>22,474.1</b>	<b>117,958.0</b>	
Método de la Avenida Indíce	–	537.3	910.2	1,157.6	1,469.9	1,702.2	1,932.0	2,463.2	2,691.8	3,450.4	
Método de los V.E.*Medianos	–	652.4	1,109.9	1,509.4	2,159.9	2,775.9	3,528.8	5,998.9	7,483.1	15,305.2	
Método de las estaciones–años	–	398.4	792.3	1,165.5	1,820.8	2,487.5	3,354.4	6,521.3	8,616.7	21,376.1	
Método de los MPP regionales	–	439.1	771.9	1,065.9	1,549.4	2,011.5	2,581.0	4,477.7	5,632.4	11,837.2	
Método de los MPP ponderados	–	416.2	768.8	1,093.9	1,650.5	2,203.2	2,906.6	5,385.6	6,973.6	16,179.7	
E.R.* del gasto mediano regional	–	161.8	86.8	53.7	8.2	–13.7	–31.5	–60.5	–69.0	–87.0	
5. San Gabriel II		= 692.6 m <sup>3</sup> /s			= 654.0 m <sup>3</sup> /s			692.2 m <sup>3</sup> /s			
FDP* GVE por momentos L	<b>213.7</b>	<b>196.2</b>	<b>510.5</b>	<b>851.5</b>	<b>1,532.0</b>	<b>2,312.7</b>	<b>3,438.9</b>	<b>8,382.7</b>	<b>12,219.2</b>	<b>42,185.4</b>	
Método de la Avenida Indíce	–	613.6	1,039.6	1,322.2	1,678.9	1,944.1	2,206.6	2,813.3	3,074.5	3,940.9	
Método de los V.E.*Medianos	–	732.3	1,246.0	1,694.5	2,424.9	3,116.3	3,961.5	6,734.4	8,400.5	17,181.8	
Método de las estaciones–años	–	454.5	903.8	1,329.6	2,077.1	2,837.7	3,826.6	7,439.3	9,829.6	24,385.0	
Método de los MPP regionales	–	506.8	879.1	1,205.2	1,737.3	2,242.3	2,860.7	4,897.7	6,125.6	12,628.4	
Método de los MPP ponderados	–	474.8	877.0	1,247.8	1,882.9	2,513.3	3,315.8	6,143.7	7,955.3	18,457.2	
E.R.* del gasto mediano regional	–	158.3	77.0	55.3	22.9	8.7	–3.6	–26.7	–34.9	–59.3	
6. Magiscatzin II		= 1,009.2 m <sup>3</sup> /s			= 949.9 m <sup>3</sup> /s			960.7 m <sup>3</sup> /s			
FDP* GVE por momentos L	<b>163.7</b>	<b>1,204.8</b>	<b>2,144.3</b>	<b>2,913.7</b>	<b>4,094.0</b>	<b>5,149.7</b>	<b>6,378.6</b>	<b>10,089.3</b>	<b>12,154.0</b>	<b>21,890.2</b>	
Método de la Avenida Indíce	–	894.2	1,514.8	1,926.6	2,446.3	2,832.8	3,215.3	4,099.4	4,479.8	5,742.3	
Método de los V.E.*Medianos	–	1,016.4	1,729.3	2,351.8	3,365.3	4,325.1	5,498.1	9,346.7	11,659.1	23,846.5	
Método de las estaciones–años	–	660.2	1,312.8	1,931.1	3,016.9	4,121.6	5,557.9	10,805.1	14,277.0	35,418.0	
Método de los MPP regionales	–	755.0	1,271.7	1,715.1	2,425.3	3,087.3	3,885.7	6,447.2	7,954.5	15,660.3	
Método de los MPP ponderados	–	689.6	1,273.8	1,812.4	2,734.8	3,650.5	4,816.0	8,923.4	11,554.6	26,808.1	
E.R.* del gasto mediano regional	–	–37.3	–38.8	–33.9	–33.2	–29.1	–24.5	–11.6	–4.9	8.9	
7. Tamesí		= 1,166.9 m <sup>3</sup> /s			= 1,097.0 m <sup>3</sup> /s			1,090.2 m <sup>3</sup> /s			
FDP* GVE por momentos L	<b>135.5</b>	<b>1,146.0</b>	<b>1,659.4</b>	<b>2,040.8</b>	<b>2,575.4</b>	<b>3,014.1</b>	<b>3,488.6</b>	<b>4,753.2</b>	<b>5,378.6</b>	<b>7,879.2</b>	

Estación:	EEA*(m³/s)		Periodos de retorno en años							
Método de la Avenida Indice	–	1,033.9	1,751.5	2,227.6	2,828.6	3,275.5	3,717.7	4,739.9	5,179.9	6,639.7
Método de los V.E.*Medianos	–	1,153.4	1,962.4	2,668.8	3,819.0	4,908.1	6,239.2	10,606.6	13,230.7	27,060.9
Método de las estaciones-años	–	762.4	1,516.1	2,230.2	3,484.1	4,759.9	6,418.5	12,478.4	16,487.9	40,902.7
Método de los MPP regionales	–	878.5	1,466.8	1,968.4	2,767.0	3,507.1	4,395.3	7,220.8	8,870.6	17,209.7
Método de los MPP ponderados	–	796.4	1,471.1	2,093.1	3,158.3	4,215.8	5,561.8	10,305.2	13,343.9	30,959.5
E.R.* del gasto mediano regional	–	-23.3	-8.6	9.2	22.6	39.9	59.4	116.8	147.5	243.4

Tabla 5 Índices de crecientes (Q<sub>Tr</sub>/Q<sub>2.33</sub>) y valores medianos de la curva regional.

No.	Estación:	Periodos de retorno (Tr) en años								
		2	5	10	25	50	100	500	1,000	10,000
1	Mante	0.886	1.501	1.909	2.424	2.807	3.186	4.062	4.439	5.690
2	Sabinas	0.902	1.430	1.780	2.223	2.551	2.877	3.629	3.953	5.027
3	La Servilleta	0.887	1.497	1.900	2.411	2.789	3.165	4.033	4.406	5.645
4	La Encantada	0.766	2.026	2.860	3.914	4.696	5.472	7.266	8.037	10.596
5	San Gabriel II	0.785	1.941	2.707	3.674	4.392	5.104	6.750	7.457	9.806
6	Magiscatzin II	0.874	1.552	2.001	2.569	2.990	3.407	4.373	4.788	6.166
7	Tamesí	0.904	1.422	1.766	2.200	2.522	2.842	3.580	3.898	4.952
Valores medianos		0.886	1.501	1.909	2.424	2.807	3.186	4.062	4.439	5.690

Tabla 6 Valores Estandarizados Medianos (VEM) y gastos medianos (Q<sub>mediano</sub>) en m³/s.

No.	VEM	Q <sub>mediano</sub>	No.	VEM
1	0.29902	314.5	23	1.02609
2	0.35415	384.2	24	1.07511
3	0.40122	138.0	25	1.19321
4	0.46411	197.2	26	1.25384
5	0.50074	1,071.1	27	1.32069
6	0.52102	1,147.0	28	1.35993
7	0.54817	–	29	1.39407
8	0.58516	–	30	1.56180
9	0.59576	–	31	1.69771
10	0.65369	–	32	1.74203
11	0.70824	–	33	1.80459
12	0.74829	–	34	1.86268
13	0.76649	–	35	1.88178
14	0.78999	–	36	2.00316
15	0.82683	–	37	2.15006
16	0.84745	–	38	2.41379
17	0.91496	–	39	2.53729
18	0.93187	–	40	2.61742
19	0.95019	–	41	2.79979
20	0.96986	–	42	3.07189
21	0.98249	–	43	4.75328
22	1.00000	–	–	–

Tabla 7 Momentos de probabilidad pesada muestrales (br) in sesgados y sesgados ponderados.

No.	Estación:	in sesgados						n	sesgados						
		b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>		b <sub>1</sub>	n*b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	n*b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	n*b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>
1	Mante	65.4	45.1	35.8	30.4	26.8	53	0.68349	36.22497	0.53976	28.60728	0.45413	24.06889	0.39755	21.07015
2	Sabinas	356.9	231.1	177.0	145.8	125.1	42	0.64024	26.89008	0.48669	20.44098	0.39787	16.71054	0.33903	14.23926
3	La Servilleta	446.4	298.6	230.9	191.3	165.0	43	0.66151	28.44493	0.50762	21.82766	0.41734	17.94562	0.35730	15.36390
4	La Encantada	361.0	291.3	253.3	227.8	208.9	53	0.79834	42.31202	0.68809	36.46877	0.61357	32.51921	0.55789	29.56817
5	San Gabriel II	401.7	331.4	289.0	258.5	234.7	56	0.81653	45.72568	0.70600	39.53600	0.62659	35.08904	0.56510	31.64560
6	Magiscatzin II	1,521.6	1,060.6	839.4	703.5	609.6	49	0.68993	33.80657	0.54206	26.56094	0.45137	22.11713	0.38874	19.04826
7	Tamesí	1,279.7	798.5	598.5	486.2	412.7	29	0.61452	17.82108	0.45589	13.22081	0.36665	10.63285	0.30820	8.93780
_n*bi	–	–	–	–	–	–	325	4.90456	231.22533	3.92611	186.66244	3.32752	159.08328	2.91381	139.87314
promedio	–	–	–	–	–	–	46.4	0.70065	0.71146	0.56087	0.57435	0.47536	0.48949	0.41626	0.43038





Tabla 8 Predicciones regionales en la cuenca (A = 488 km<sup>2</sup>) de la Presa Las Animas, Tam.

Método regional aplicado:	Periodos de retorno en años				
	50	100	500	1,000	10,000
Gastos estimados:	$\bar{Q} = 221.6 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{2.33} = 232.5 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{\text{mediano}} = 267.7 \text{ m}^3/\text{s}$		
Método de la Avenida Indice	653	741	944	1,032	1,323
Método de los V. E.*Medianos	1,205	1,532	2,604	3,249	6,645
Método de las estaciones-años	962	1,297	2,521	3,331	8,263
Método de los MPP regionales	1,001	1,360	2,686	3,570	9,015
Método de los MPP ponderados	852	1,124	2,082	2,696	6,254
E. R.* del gasto mediano regional	51.5	75.7	145.7	176.7	306.2
Gastos máximos del proyecto	635	738	1,026	1,174	1,636

V. E. valores estandarizados.

R.E. error relativo en %.

## Referencias

Abramowitz, M. & I. A. Stegun. Handbook of Mathematical Functions. Chapter 6: Gamma function and related functions, pp. 253–293. Dover Publications, Inc. New York, USA. Ninth printing. 1972. 1045 p.

Benson, M. A. Plotting positions and economics of engineering planning. Journal of the Hydraulics Division, 1962, Vol. 88, No. HY6, pp. 57-71.

Campos A., D. F. Estudio de aleatoriedad en 13 registros pluviométricos de San Luis Potosí con análisis espectral. VI Congreso Nacional de Meteorología, páginas 77–80. 27 al 29 de Octubre de 1993. México, D. F.

Campos A., D. F. Ajuste Regionalizado de las Distribuciones Gumbel y GVE en la Región Hidrológica No. 10 (Sinaloa). 1: Algoritmo similar al índice de crecientes. XIII Congreso Nacional de Hidráulica, Tomo II, Tema V, Ponencia 35. Puebla, Pue. 1994a.

Campos A., D. F. Ajuste Regionalizado de las Distribuciones Gumbel y GVE en la Región Hidrológica No. 10 (Sinaloa). 2: Método basado en los MPP. XIII Congreso Nacional de Hidráulica, Tomo II, Tema V: Investigación y Docencia, Ponencia 36. Puebla, Pue. 1994b.

Campos A., D. F. Aplicación del método del índice de crecientes en la Región Hidrológica No. 10 (Sinaloa). Ingeniería Hidráulica en México, Vol. IX, No. 3, páginas 41–55. 1994c.

Campos A., D. F. Técnicas recientes de prueba y ajuste de la distribución Gumbel. XVIII Congreso

Latinoamericano de Hidráulica, Tomo 1, páginas 329–337. 13 al 16 de octubre de 1998. Oaxaca, Oax.

Campos A., D. F. Contraste de cinco métodos de ajuste de la distribución GVE en 31 registros históricos de eventos máximos anuales. Ingeniería Hidráulica en México, Vol. XVI, número 2, páginas 77-92, abril-junio del 2001.

Campos A.; D. F. Estimación de crecientes en cuencas sin hidrometría en la región hidrológica No. 10 (Sinaloa). Tláloc, año IX, número 24, páginas 31–36, enero–abril 2002.

Campos A., D. F. Introducción a los Métodos Numéricos: Software en Basic y aplicaciones en Hidrología Superficial. Capítulo 5: Ajuste de curvas, páginas 93–127. Librería Universitaria Potosina. San Luis Potosí, S.L.P. 2003. 222 páginas.

Campos A., D. F. Predicciones de volúmenes de sólidos en suspensión en cuencas sin aforos en la Región Hidrológica No. 25 (San Fernando–Soto La Marina). Tláloc, enero–abril del 2005, número 33, páginas 22–28.

Castillo R., D. Revisión de la seguridad hidráulica de la presa “Estudiante Ramiro Caballero Dorantes” (Las Animas), ubicada en el municipio de Mante, Tam. Trabajo de investigación presentado para obtener la maestría en Ingeniería Hidráulica. Facultad de Ingeniería de la UASLP. San Luis Potosí, S.L.P. 1996. 109 páginas.

Cunnane, C. Methods and merits of regional flood frequency analysis. Journal of Hydrology, Vol. 100, pp. 269–290, 1988.

- Dalrymple, T. Flood-Frequency Analyses. Manual of Hydrology (Part 3): Flood-Flow Techniques, pp. 1-80. U.S. Geological Survey, Water-Supply Paper 1543-A. U.S.A. 1960.
- Escalante S., C. y Reyes CH., L. Técnicas Estadísticas en Hidrología. Capítulo 8: Análisis regional hidrológico, páginas 157-202. Facultad de Ingeniería de la UNAM. México, D. F. 2002. 298 páginas.
- Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR). Norma Hidrológica que recomienda Períodos de Retorno para diseño de diversas obras hidráulicas. Subdirección General Técnica de la CNA. México, D. F. 1996. 6 páginas.
- Garros-Berthet, H. Station-year approach: Tool for estimation of design floods. *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 120, No. 2, pp. 135-160. 1994.
- Greis, N. P. & E. F. Wood. Regional flood frequency estimation and network design. *Water Resources Research*, Vol. 17, No. 4, pp. 1167-1177. 1981.
- Gutiérrez L., A. y A. I. Ramírez. Predicción hidrológica mediante el Método de la Avenida Índice para dos poblaciones. *Ingeniería Hidráulica en México*, Vol. XX, número 2, páginas 37-47, abril-junio del 2005.
- Haan, C. T. *Statistical Methods in Hydrology*. Chapter 14: Analysis of hydrologic time series, pp. 275-288. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. 1977. 378 p.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS). 8 CD's. CNA-SEMARNAP. Jiutepec, Morelos. 2003.
- Jenkinson, A. F. *Statistics of Extremes*. Chapter 5, pp. 183-227 in the Technical Note No. 98, WMO-No. 233, TP. 126: Estimation of Maximum Floods. Secretariat of the World Meteorological Organization. Geneva, Switzerland. 1969. 288 p.
- Kite, G. W. *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 Publications. Fort Collins, Colorado, U.S.A. 1977. 224 p.
- Kuczera, G. Robust flood frequency models. *Water Resources Research*, Vol. 18, No. 2, pp. 315-324. 1982.
- Linsley, R. K., M. A. Kohler y J. L. H. Paulhus. *Hidrología para Ingenieros*. Capítulo 12: Hidrología estocástica, páginas 311-330. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá, Colombia. 1977. 386 páginas.
- Metcalfe, A. V. *Statistics in Civil Engineering*. Chapter 4: Extreme value and related distributions, pp. 81-115. Arnold Publishers. London, England. 1997. 402 p.
- Natural Environment Research Council (NERC). *Flood Studies Report*. Volume I: Hydrological Studies, chapter 1: Statistics for flood hydrology, pp. 24-106. London, England. 1975.
- Santillán, O. D. Criterio de homogeneidad hidrológica con parámetros fisiográficos y climatológicos. XVI Congreso Nacional de Hidráulica, páginas 761-766. Morelia, Mich. *Avances en Hidráulica* 6. AMH-IMTA-SEMARNAT. 2000.
- Stedinger, J. R., R. M. Vogel & E. Foufoula-Georgiou. *Frequency Analysis of Extreme Events*. Chapter 18, pp. 18.1-18.66 in the *Handbook of Hydrology*, editor in chief David R. Maidment. McGraw-Hill, Inc. New York, U.S.A. 1993.
- Varas, E. Estimación de momentos ponderados regionales de caudales máximos diarios. *Ingeniería Hidráulica en México*, enero-abril de 2000, Vol. XV, núm. 1, pp. 51-61.
- Wiltshire, S. E. Grouping basins for regional flood frequency analysis. *Journal of Hydrological Sciences*, Vol. 30, No. 1-3, pp. 151-159. 1985.
- World Meteorological Organization (WMO). *Climatic Change*. Annex I: The power spectrum and general principles of its application to the evaluation of non-randomness in climatological series, pp. 33-57. Technical Note No. 79, WMO-No. 195. Geneva, Switzerland. Reprinted, 1971. 79 p.
- Yevjevich, V. *Stochastic Processes in Hydrology*. Chapter II: Autocorrelation and lag cross correlation, pp. 32-67. Water Resources Publications. Fort Collins, CO., U.S.A. 1972. 276 p.



## Nuevo Presidente del Consejo Consultivo de la AMH, se ratifica al Presidente de la Junta de Honor, se acuerda la instalación de un Comité de Análisis Estratégico

- El maestro Jorge Saavedra Shimidzu asume la Presidencia del Consejo Consultivo de la Asociación.

De acuerdo con los Estatutos que rigen a la Asociación Mexicana de Hidráulica, se llevó a cabo la renovación de la Presidencia del Consejo Consultivo, así como de algunos integrantes de la Junta de Honor de esa organización, a fin de apoyar el cumplimiento de sus funciones y objetivos.

En una sesión de Consejo, llevada a cabo el pasado 19 de mayo, se informó que la renovación de la Presidencia del Consejo Consultivo fue acordada por todos los integrantes de dicho órgano de gobierno.

De esta manera, y por acuerdo de la mayoría de sus integrantes, la Presidencia del Consejo Consultivo de la AMH recayó en el Maestro en Ingeniería, Jorge Carlos Saavedra Shimidzu, quien contendió contra la candidatura del doctor Álvaro Aldama Rodríguez.

El resultado de la elección fue de 9 votos a favor del maestro Saavedra Shimidzu y 3 en contra. Sustituye en el cargo al ingeniero Luis Robledo Cabello.

Nació en la ciudad de México, D.F., el 27 de abril de 1945, es ingeniero civil, egresado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM (1968). Maestría en Ingeniería (1972) por la UNAM.

En 1967 ingresa a la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Fue director de Usos de Agua en la SARH entre 1973 y 1978. En 1979 laboró en la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del entonces DDF. De 1980 a 1986, Jefe del Departamento de Consumo y Precios de la Energía Eléctrica en la CFE. En 1986 se incorporó como Coordinador de Tecnología Hidráulica Urbana-Industrial, en el IMTA.

En 1990 fue Gerente de Promoción a la Participación de la Iniciativa Privada en la Comisión Nacional del Agua. De 1992 a 1993 fue Subsecretario de Infraestructura Hidráulica en el Estado de México, donde se encargó, entre otras cosas, de la licitación bajo esquema BOT, de las plantas de tratamiento de la ciudad de Toluca, Méx. con inversión privada al 100 por ciento, publicó el Programa Hidráulico del Estado de México, Actualmente se desempeña como Director de la División Agua en Grupo Mexicano de Desarrollo, donde gestiona, realiza y promueve proyectos de inversión por la iniciativa privada en el sector agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Desde 1974 es miembro de la AMH, de cuyo XVII Consejo Directivo fue Presidente en el periodo de 1985 a 1987 y, en 1994, Presidente de su Consejo Consultivo, además ha

ocupado los siguientes cargos: Vocal (1974-1975), Secretario (1975-1976), Tesorero (1979-1982), Vicepresidente (1983-1985), integrante del Consejo Consultivo (1988).

Es miembro activo del Colegio de Ingenieros Civiles de México, donde fue: Vocal (1986-1987 y 1996) y actualmente se desempeña con el mismo puesto en el XXXI Consejo Directivo.

Ponente y conferencista en congresos nacionales e Internacionales, en temas relacionados con el recurso agua, desde el punto de vista público y privado.

En la Facultad de Ingeniería de la UNAM, impartió la cátedra de Ingeniería de Sistemas I y II, de 1970 a 1986.

- Se ratifica al Ing. Óscar Vega Argüelles como Presidente de la Junta de Honor de la AMH.

Asimismo, se informó que debido al lamentable fallecimiento del doctor José Antonio Maza Álvarez, se designaron a nuevos miembros de la Junta de Honor de la Asociación, ratificando en el cargo a su Presidente, el ingeniero Óscar Vega Argüelles.

Como integrantes de la Junta de Honor se nombraron a los doctores Gabriel Echávez y Gilberto Sotelo, así como a los ingenieros Humberto Luna y Jaime Sancho.

- Se acuerda la instalación de un Comité de Análisis Estratégico.

En la misma sesión, se acordó la integración de un Comité de Análisis Estratégico de la AMH, a fin de emitir una serie de recomendaciones que para el sector hidráulico sean estratégicas, necesarias e importantes de efectuarse en un plazo mediano, a fin de resolver la problemática que enfrenta este sector a nivel nacional.

El Comité, que estará coordinado por el doctor Fernando González Villarreal, trabajará bajo cuatro grandes líneas estratégicas, cuyos objetivos primordiales sean la eficiencia, la equidad para que la gente tenga acceso al agua potable, así como la sustentabilidad y protección del medio ambiente.

Las cuatro líneas estratégicas en las que trabajará dicho Comité son:

- 1.- Desarrollo de la Capacidad Humana.
- 2.- Gobernabilidad.
- 3.- Infraestructura.
- 4.- Financiamiento.

# Informe anual del XXVII Consejo Directivo

## Informe del Presidente:

*Poliopetro F. Martínez Austria*

De acuerdo con lo que establecen los Estatutos que rigen a nuestra organización, me permito presentar a esta Honorable Asamblea el Informe Anual de Labores de la Presidencia del XXVII Consejo Directivo que me honro en encabezar.

En primer término quiero hacer público mi reconocimiento a todos los integrantes del XXVII Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica, que a lo largo del último año se han sumado a las distintas tareas que ha desarrollado nuestra organización, con el fin de cumplir los objetivos para los que fue creada.

## Comunicación

Dentro de las diferentes líneas de trabajo del presente Consejo Directivo destaca la tarea de comunicación, la cual consideramos como uno de los elementos esenciales para difundir y mantener un estrecho contacto entre todos sus agremiados, al tiempo de aprovechar las ventajas que en este sentido nos ofrecen las nuevas tecnologías.

Es así como, de acuerdo con lo que informé durante mi toma de posesión, se puso en marcha la edición de un boletín electrónico, con la finalidad de tener una herramienta que nos permita informar oportunamente a nuestros agremiados y disponer de un mayor contenido para nuestro principal órgano de comunicación: la revista *Tlálloc-AMH*.

El boletín electrónico dispone de un formato ágil, que permite realizar una lectura rápida y sencilla de su contenido, al tiempo que los costos se reducen considerablemente, en virtud de que es un producto que se puede consultar desde la propia página de Internet de la Asociación. Este boletín se envía por correo electrónico a los socios.

Al respecto, aprovecho la oportunidad para informarles que la Asociación dispone ya de un nuevo sitio de Internet, mucho más atractivo, moderno, pero sobre todo amigable, con la oportunidad de alimentarlo de información más rápidamente y con ligas a otros sitios de interés para todos los usuarios.

Entre las novedades que hoy podemos encontrar en la página de Internet de la Asociación se encuentran los Estatutos, la revista *Tlálloc-AMH*, el Directorio de Socios y el mismo Boletín Electrónico.

Asimismo, los usuarios pueden disponer de los números anteriores de la revista *Tlálloc-AMH* en formato PDF, así como de otras informaciones que dan cuenta del quehacer institucional que lleva a cabo nuestra agrupación.

Lo anterior, sin duda alguna, ha hecho más atractivo el sitio, como lo muestran las más de 4,270 visitas que tiene registradas desde septiembre pasado, que entró en operación y hasta esta fecha.

En materia editorial, les informo que las anteriores herramientas nos han permitido realizar novedosos ajustes en materia de diseño y contenido editorial de la revista *Tlálloc-AMH*, a fin de privilegiar y brindar mayor espacio a los artículos técnicos que gentilmente nos hacen llegar todos los miembros.

En este proceso, se ha decidido ajustar el Consejo Editorial de la revista, cuya coordinación, a cargo del Ing. Jorge Malagón, Vicepresidente de la Asociación, ha definido una nueva estructura al contenido de la revista con artículos suficientes, espacios para noticias relevantes y, desde luego, un apartado para resaltar la semblanza de notables y reconocidos integrantes de la ingeniería hidráulica de nuestro país.

Cabe señalar que los anteriores cambios de ninguna manera han impactado en los costos de la revista, la cual sigue siendo auto financiable, gracias a una participación equilibrada de los diversos anunciantes que han decidido publicitarse en este instrumento de comunicación.

## *Instauración del premio José Luis Sánchez Bribiesca*

Por otra parte, y como un esfuerzo para difundir los logros científicos y tecnológicos alcanzados en materia hidráulica, al tiempo de reconocer la trayectoria de distinguidos ingenieros que han aportado su experiencia y conocimiento a este sector, la Asociación Mexicana de Hidráulica, por conducto de su Consejo Directivo y Consejo Editorial, acordó establecer el premio José Luis Sánchez Bribiesca.

El reconocimiento de referencia se otorgará anual-mente al mejor artículo técnico publicado en la revista *Tlálloc-AMH*, en una ceremonia que se llevará a cabo en el marco de la





Asamblea Anual de la Asociación, durante el mes de mayo, prevista en los Estatutos. Más adelante se darán a conocer los ganadores en esta ocasión.

## *Eventos*

Una de las tareas primordiales de nuestra Asociación ha sido la de promover encuentros y reuniones que permitan el intercambio de experiencias y conocimientos en diversos temas donde la hidráulica juega un papel fundamental.

Por lo anterior, la Asociación Mexicana de Hidráulica, con el apoyo de la Comisión Nacional del Agua, realizó el 8 de diciembre pasado un simposio sobre Riesgos Hidrometeorológicos en Zonas Urbanas, para analizar esta problemática y elaborar recomendaciones para su mejor atención.

El evento, que se realizó en las instalaciones del Colegio de Ingenieros Civiles, reunió a reconocidos expertos en la materia, tanto de los sectores público y privado, como del académico de nuestro país y contó con una entusiasta participación de especialistas y estudiosos de este campo.

De igual forma, en noviembre pasado, la Asociación participó en la organización y desarrollo de los trabajos del Foro Latinoamericano y del Caribe Sobre Agua y Asentamientos Humanos, que llevó a cabo la Secretaría de Desarrollo Social y la Organización de las Naciones Unidas, a través del Programa Habitat.

Posteriormente, en febrero de este año, la Sección Jalisco de la Asociación organizó un encuentro en el que se analizó la Infiltración y manejo de las aguas superficiales en la zona metropolitana de Guadalajara, el cual contó con la participación de los más reconocidos especialistas hidráulicos de esa región del país, y en el cual el Consejo Directivo fue representado por el Ing. Agustín Félix Villavicencio.

En este mismo periodo, se formalizó la integración de la Coordinación Regional de la Asociación Mexicana de Hidráulica en Chiapas, con el compromiso de trabajar en forma organizada en beneficio del sector hidráulico y mantener una relación profesional con las instituciones públicas y privadas, vinculadas a este recurso.

Finalmente, hay que destacar la participación que desarrolló la Asociación durante los trabajos del IV Foro Mundial del Agua, desde la organización, promoción y durante las diversas sesiones que se llevaron a cabo durante los siete días en que duró este importante encuentro.



## *Padrón de socios*

En otro orden de cosas, quiero compartir con ustedes uno de los problemas que más nos aquejan y que tiene una prioridad: el disponer de un padrón actualizado de socios, que oscila entre los 1,800 afiliados.

Para revertir este problema, hemos instrumentado una estrategia para actualizar el padrón de socios, cuya labor reviste una tarea de manera permanente.

En apoyo de esta labor, se ha desarrollado una campaña de actualización de datos por medio del Internet, la cual se está complementando con llamadas telefónicas cotidianas a todos nuestros socios.

Al día de hoy, la Asociación Mexicana de Hidráulica dispone de una base de datos en un programa denominado Acces, con un total de 1,777 registros que actualmente se están depurando y que una vez con concluido, nos permitirá disponer de una mejor herramienta de comunicación, más ágil y actualizada.

Como parte de otras de sus actividades esenciales, la Asociación ha buscado participar en diversos foros y eventos, a fin de ampliar y estrechar sus relaciones con organizaciones vinculadas a la hidráulica.

De esta manera, la Asociación reactivó su participación en el Comité Técnico del Colegio de Ingenieros Civiles, en el Comité Nacional de Normalización del sector Agua y se sumó a la firma del Pacto de Chapultepec, que busca, entre otras cosas, fomentar el desarrollo científico y tecnológico, así como la promoción y construcción de la infraestructura que requiere el país.

Asimismo, se participó en diferentes entrevistas de radio y prensa, con el fin de divulgar entre la población en general la posición de la Asociación Mexicana de Hidráulica en torno de diversos temas que en materia hidráulica se han resaltado en los medios de comunicación.

## Instalación de Comités

Otro de los compromisos que adquirimos durante la toma de posesión del Presente Consejo Directivo fue la revisión de los Estatutos que rigen a nuestra organización.

En tal sentido, quiero informar la creación del Comité revisor de los estatutos, el cual ha realizado diversas reuniones en las que se han propuesto revisar, entre otros temas:

- Distinguir especialidades dentro de la AMH
- Creación de comités con tareas específicas
- Actualizar procedimientos de votación
- Ampliar el Consejo Directivo
- Precisar secciones coordinaciones regionales
- Incluir revista y publicaciones en Internet, y
- Precisar lo relativo a socios corporativos

Por otra parte, se constituyó el Comité de Análisis Estratégico que, de acuerdo con el Consejo Consultivo de la Asociación, apoya a nuestra agrupación en el cumplimiento de sus objetivos, particularmente en propiciar la colaboración de los asociados en la solución de problemas colectivos relacionados con la hidráulica.

De igual manera, participar en la solución de otras problemáticas de importancia nacional, regional y local relacionadas con la hidráulica y servir de órgano permanente de consulta, conforme se requiera por solicitud expresa de las instituciones del Estado, de los tres niveles de gobierno y de la sociedad en su conjunto.

## Congreso de Hidráulica

Finalmente, uno de los eventos de la mayor importancia de nuestra Asociación, es la celebración del Congreso Nacional de Hidráulica, que este año se llevará a cabo del 7 al 10 de noviembre próximo en la ciudad de Cuernavaca, Morelos.

Para tal efecto, se instaló el Comité Organizador, el cual está integrado por un grupo de representantes de instituciones públicas y privadas, así como del sector académico del más alto nivel, con la finalidad de cumplir los objetivos que se persiguen en este encuentro, en el que el tema central será la Gestión Integral del Agua.

Como parte de las tareas de organización y promoción, les informo que una vez diseñada la imagen del congreso y determinadas las fechas de celebración, se procedió a diseñar un primer anuncio del encuentro, que incluye las especificaciones técnicas que deben cumplir las ponencias que se pretendan presentar en el evento, las cuales se pueden consultar en nuestra página de Internet.

Asimismo, se ha solicitado el apoyo de otras instituciones vinculadas con el sector hidráulico, a fin de que incluyan en sus portales el anuncio alusivo a nuestro encuentro y se establezcan, en la medida de lo posible, ligas con nuestra página de Internet para promocionar el evento

En este mismo orden, se diseñó y se produjo un primer tríptico y está en proceso de elaboración el cartel alusivo del evento. Cabe precisar que todo lo anterior, responde a una estrategia de difusión en la que todos ustedes son indispensables para la promoción del Congreso.

Como podrán observar, la Asociación Mexicana de Hidráulica ha buscado en todo momento fortalecer sus lazos de comunicación, pero sobre todo su presencia como una Organización Civil que reúne a los más destacados especialistas en hidráulica del país.

De ahí la importancia en que aportemos todo nuestro esfuerzo para que la Asociación Mexicana de Hidráulica continúe a la vanguardia en el análisis, la discusión y el diseño de las propuestas más viables que permitan delinear una verdadera política hídrica nacional.

La asociación los necesita y les agradece todo su apoyo y solidaridad para alcanzar los retos que nos hemos planteado.

Por su atención, muchas gracias.





## Informe del Tesorero:

*Angel E. Ortega Mata*

En el marco de la Asamblea General Ordinaria del XXVII Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica, celebrada en el Auditorio José Luis Sánchez Bribiesca del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, el ingeniero Ángel Ernesto Ortega Mata, en su calidad de Tesorero, presentó el estado de la situación financiera de la AMH al 30 de abril del presente año.

Ante los miembros de XXVII Consejo Directivo y socios de la AMH, el ingeniero Ortega Mata explicó que durante el ejercicio 2005-2006, la Asociación Mexicana de Hidráulica obtuvo ingresos por un monto de \$483,429.00, en tanto que durante ese mismo periodo, erogó un total de \$581,196.00 por concepto de gasto corriente de la agrupación, resultando un saldo de \$97,767.00.

Al respecto, comento que aún cuando los ingresos no resultaron favorables, se espera que durante el próximo

ejercicio se logren mejores resultados, en virtud de que en este año se llevará a cabo el XIX Congreso Nacional de Hidráulica que, al mismo tiempo, representa una de las principales fuentes de ingresos para la Asociación.

De manera paralela, añadió, se llevarán a cabo una serie de cursos Precongreso y otros eventos con los que se obtendrán mayores recursos económicos en beneficio de la AMH.

Asimismo, el Tesorero del XXVII Consejo Directivo de la AMH detalló que al 30 de abril del 2006 la suma de los activos, pasivos y patrimonio de la Organización ascienden a \$1'452,304.00, los cuáles se desglosan en la tabla anexa.

En el acto, los asistentes a la Asamblea General Ordinaria aprobaron los resultados antes expuestos, como lo establecen los Estatutos de la Asociación.

### ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA A. C. ESTADO DE POSICIÓN FINANCIERA AL 30 DE ABRIL DE 2006

#### CIRCULANTE

CAJA	\$3,000.00
BANAMEX (ASOCIACIÓN) CTA. CHEQUES 060967	54,126.00
BANAMEX (DLLS) 18223.46 T. C. 11.30	200,458.00
BANAMEX (INVERSIONES ASOCIACIÓN) CTA. 664919	922,965.00
BANAMEX (INVERSIONES ASOCIACIÓN) CTA. 273470	5,654.00
ACCIONES TELEFÓNICAS	72,600.00
SUMA CAJA Y BANCOS	1,258,803.00
CUENTAS POR COBRAR	152,975.00
IVA A FAVOR	25,276.00
SUMA CIRCULANTE	1,437,054.00
FIJO AL COSTO DE COMPRA:	
EQUIPO DE COMPUTO	3,150.00
EQUIPO DE OFICINA	12,100.00
FIJO NETO	15,250.00

SUMA EL ACTIVO 1,452,304.00

PATRIMONIO SOCIAL	
RESULTADO EJERCICIOS ANTERIORES	1,550,071.00
RESULTADO EJERCICIO 2005-2006	-97,767.00
SUMA NUEVO PATRIMONIO	<u>1,452,304.00</u>

SUMA PASIVO Y PATRIMONIO \$1,452,304.00

ING. ANGEL ERNESTO ORTEGA MATA  
TESORERO

# Red de Laboratorios de Hidráulica en México, A.C.



*Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería.  
V. Franco & J. Osnaya Romero*  
*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Laboratorio Enzo Levi.  
A. Aguilar Chávez & E. Pedroza González*  
*Comisión Federal de Electricidad, Laboratorio de Hidráulica.  
H. Marengo Mogollón & J. E. Camargo Hernández*  
*Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.  
R. Val Segura & C. Escalante Sandoval*  
*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ingeniería y Arquitectura.  
J. G. F. Rivera Trejo & P. L. Vega Quijada*  
*Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, División de Ciencias Básicas e Ingeniería.  
G. Soto Cortés & D. Guaycochea Guglieimi*  
*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Laboratorio de Hidráulica David Hernández Hueramo.  
E. Urquiza Marín & J. M. Caballero Ulaje*  
*Universidad de Guanajuato, Laboratorio de Hidráulica.  
J. Ortiz Medel & F. Ramírez Navarro*  
*Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ingeniería.  
P. Cristóbal Bernabé & G. López Mendoza*  
*Instituto Mexicano del Transporte, Laboratorio de Ingeniería de Puertos y Costas.  
J. M. Montoya Rodríguez & D. L. Ávila Arzani*

## Introducción

Los Laboratorios de Hidráulica en México apoyan intensamente el desarrollo y la construcción de grandes obras hidráulicas. En buena medida, el reconocimiento internacional de la Ingeniería Hidráulica Mexicana se soporta en sus Laboratorios, ya que en muchas ocasiones avalan los resultados de los estudios requeridos para dichos proyectos.

Los Laboratorios de Hidráulica en México están siempre presentes tanto en la investigación como en lo académico, sin dejar de mencionar todas aquellas áreas que tienen que ver con el desarrollo tecnológico del país. Los Laboratorios han sido, son y serán un medio de seguridad en toda obra hidráulica; ya sea

en la gestión de aguas, costas, obras urbanas, para la protección ambiental del medio hídrico, en el desarrollo de puertos y todos aquellos riesgos que suponen toda obra que se construye.

Sin embargo, en los últimos años esa importancia que tenían los Laboratorios en los estudios hidráulicos se ha visto mermada; de tal forma que se ha desaprovechado su potencialidad y en algunos casos se han visto en la necesidad de tener que abandonarlos. Lo cual significa una pérdida para el desarrollo sustentable del país.

De lo anterior y dada la importancia estratégica de esta área de conocimiento surge la iniciativa de crear la Asociación “Red de Laboratorios de Hidráulica en México”. Este espacio agrupa Laboratorios que están relacionados con la investigación, la docencia y/o el desarrollo tecnológico, con el fin de trabajar en un marco de colaboración donde existan alianzas estratégicas que lleven a los Laboratorios a potenciar y diversificar sus capacidades para prestar un mejor servicio a la sociedad.

La Red de Laboratorios de Hidráulica es un espacio de promoción de la Ingeniería Hidráulica a nivel nacional e internacional. Las puertas de la Red están siempre abiertas para aquellas instituciones que comparten su objetivo.

## Objetivo

La Red de Laboratorios de Hidráulica en México tiene como objetivo: Establecer un marco de colaboración que fortalezca las alianzas estratégicas entre los Laboratorios de Hidráulica pertenecientes a instituciones nacionales, que se encuentren dedicadas a la investigación, docencia, difusión de la ciencia y la técnica, así como a la asistencia y desarrollo tecnológico en materia de Hidráulica y Medio Ambiente, de tal forma que se potencien y diversifiquen las capacidades





de los miembros de la Red y los servicios que éstos prestan a la sociedad.

### *Función de la Red*

La Red de Laboratorios de Hidráulica en México, ha sido creada con fines específicos, de tal forma que pueda cumplir una función en el desarrollo sustentable del país. Para ello se trata de vincular a los integrantes de la Red con la investigación, la docencia y el desarrollo tecnológico en la Ingeniería Hidráulica y áreas afines.

La Red impulsa reuniones, mesas redondas, seminarios y otros eventos donde se lleve a cabo un análisis y discusión de temas relativos a la Ingeniería Hidráulica. La Red promueve la publicación de trabajos sobre Ingeniería Hidráulica y áreas afines donde se vean involucrados los Laboratorios y cuya importancia amerite su difusión. También se pretende fortalecer las relaciones con instituciones oficiales o privadas, nacionales e internacionales, dentro de las áreas de influencia de la Red. Esta comunicación busca propiciar el desarrollo y actualización de los profesionales que la integran.

Por otra parte, dentro de la Red se estimulan las actividades teóricas y prácticas de los Laboratorios de Hidráulica tanto a los estudiantes de ingeniería a nivel licenciatura como de postgrado y especialmente promover la investigación en Ingeniería Hidráulica. La Red intenta fomentar, promocionar y aprovechar la capacidad del conjunto de Laboratorios, a través de alianzas específicas, con el fin de integrarse y sumar sus capacidades profesionales para diagnosticar y caracterizar la problemática hidráulica, plantear soluciones y ejecutar acciones en los ámbitos nacional y regional. Para poder cumplir con esos fines, es

necesario que la Red de Laboratorios se constituya como un órgano de consulta para instituciones públicas o privadas, vinculadas con la academia, la investigación y el desarrollo tecnológico.

Además, la Red de Laboratorios cuenta con un banco de datos con la información generada por los integrantes de la Red, dando a conocer sus características y capacidades con las que cuentan. Dicha información (en una primera etapa) está disponible en la página Web <http://www.geocities.com/sebascoe/> para la consulta del público en general.

### *Integración de la Red*

#### *I) Investigación*

La investigación, es un compromiso institucional contraído con el país, que consiste en vivificar el espíritu de inquirir con libertad para generar conocimiento y resolver problemas de importancia nacional.

En lo que corresponde a la Hidráulica se tienen grandes experiencias que es necesario aprovechar y difundir. Con la creación de la Red se pretende que toda esa experiencia sea compartida, fomentando la concurrencia disciplinaria y el trabajo colectivo, con el fin de analizar los problemas actuales en toda su complejidad y en sus múltiples dimensiones.

#### *II) Docencia*

La docencia se concibe como una actividad creadora y crítica que enfatiza los aspectos formativos y culturales y estimula la capacidad de aplicación del conocimiento.

La función docente que se desarrolla en los Laboratorios de Hidráulica de las Universidades, contribuye de manera importante en el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería. Por otra parte, uno de los objetivos de la Red de Laboratorios en su área de docencia es, la impartición de cursos, seminarios, pláticas entre los miembros de la Red. En este aspecto, se promoverá la discusión de diversos temas relacionados con las diferentes líneas de investigación que se desarrollen entre sus miembros

### III) Difusión de la Ciencia

Mediante la Web <http://www.geocities.com/sebascoe/> de la Red, se darán a conocer los diferentes temas que se traten entre los miembros, tocando especialmente aquellos que sean de interés nacional. En este espacio el gremio de la Ingeniería Hidráulica conocerá la tecnología con que se cuenta en el país. Lo anterior permitirá combinar esfuerzos entre instituciones para resolver problemas específicos. De ésta forma, se verán reforzadas las áreas de investigación experimental y desarrollo tecnológico, fortaleciendo las alianzas estratégicas de tal forma que se potencien y diversifiquen las capacidades de los miembros de la Red de Laboratorios y los servicios que éstos prestan a la sociedad.



### IV) Desarrollo Tecnológico

Los ingenieros civiles que se dedican al proyecto de obras hidráulicas, fluviales, y marítimas a menudo recurren a los Laboratorios de Hidráulica, en el desarrollo del mismo, en sus etapas de estudio, diseño, construcción, y operación. Por ejemplo, en la de estudio, se determina el transporte de sedimentos en ríos, el transporte litoral en la costa; en la de diseño, se verifica el funcionamiento de las estructuras hidráulicas en modelos físicos reducidos, y en la instrumentación de las estructuras en obra; en la de construcción, se representan en el modelo las modificaciones que la obra requiere para verificar si afecta o no el funcionamiento de la estructura; en la de operación, se participa en el mantenimiento de la instrumentación de las estructuras, y en las campañas de medición. De ahí la importancia de intercambiar metodologías y tecnología entre los Laboratorios para dar respuesta oportuna y eficaz a las solicitudes de los proyectistas, y difundirlas a los alumnos que se interesan en el campo de la Hidráulica.

El desarrollo tecnológico alcanzado en las Universidades, Institutos y Entidades Federativas, hasido el resultado de los conocimientos y experiencias obtenidas a través de varias generaciones por los ingenieros, investigadores, y técnicos especializados que prestan sus servicios en los Laboratorios de Hidráulica; que han dado a la Ingeniería Mexicana prestigio a nivel mundial. El desarrollo tecnológico ha sido relevante y de calidad, dirigido a la concepción de proyectos, dando atención prioritaria a los campos siguientes:

#### A. Obras hidráulicas

- A.1 Definición geométrica-hidráulica de las obras de excedencia, obras de control, obras de toma y presas de derivación.
- A.2 Obtención de los coeficientes de gastos de las estructuras indicadas en el inciso anterior.
- A.3 Dimensionamiento y funcionamiento de las estructuras terminales tales como tanques amortiguadores y cubetas deflectoras.
- A.4 Evaluación de presiones en compuertas, cimacios, lumbreras, curvas verticales, etc.
- A.5 Vibración de compuertas
- A.6 Cavitación en estructuras sujetas a flujo de alta velocidad.
- A.7 Vibración o cavitación en bombas y turbinas.
- A.8 Estudio de las erosiones locales aguas abajo de estructuras
- A.9 Estudios de filtraciones a través deestructuras terreas, tales como presas y diques.
- A.10 Calibración de dispositivos para medición de caudales.

#### B. Obras Fluviales

- B.1 Determinación del transporte de sedimentos en ríos
- B.2 Estudios de avulsiones originadas por cambios fluviomorfológicos en los cauces deríos.
- B.3 Funcionamiento hidráulico del cauce de un río al paso de una creciente.
- B.4 Comportamiento hidráulico del cauce y planicie por la presencia de obras de protección y encauzamiento contra inundaciones.
- B.5 Efecto del flujo en estructuras de cruce, y sobre terraplenes (carreteras y ferrocarriles).
- B.6 Derrumbes y sedimentación en embalses.
- B.7 Dispersión y difusión de agua caliente provocada por las descargas de plantas generadoras de energía; mezclado de agua salina y dulce en estuarios.



*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*

### **C. Obras Marítimas**

C.1 Comportamiento y estabilidad de las costas, estuarios y lagunas litorales con o sin la presencia de obras marítimas o portuarias.

C.2 Estabilidad de rompeolas, escolleras y estructuras marítimas sujetas a la acción del oleaje.

C.3 Maniobrabilidad de barcos en canales de acceso y dársenas de Puertos, sujetos a la acción del oleaje y de las corrientes.

C.4 Comportamiento de barcos atraques, etc.

C.5 Agitación de oleajes en recintos portuarios.

La utilización de técnicas especiales de modelación numérica, se ha logrado gracias a los Laboratorios de Hidráulica por la calibración realizada con la modelación física, sustituyéndola ventajosamente cuando se pueden establecer las leyes físicas que la rigen, pero todo parece indicar que esta última continuará prevaleciendo aún por mucho tiempo, pero la tendencia actual se encamina por lo costoso que son los modelos físicos, en perfeccionar los modelos numéricos para que se considere el estado tridimensional.

### **D. Hidráulica urbana**

D.1 Difusión sustancias en redes de agua potable.

D.2 Detección de fugas en tomas domiciliarias y redes

D.3 Determinación de la variación de la demanda horaria

D.4 Determinación de los gastos de ingreso a las redes de alcantarillado

D.5 Diseño de grandes colectores

D.6 Determinación de periodos de retorno para obras de drenaje urbano.

D.7 Monitoreo de redes de agua potable y alcantarillado

D.8 Mantenimiento de redes de agua potable y alcantarillado.

D.9 Confiabilidad, calibración y monitoreo de redes de agua potable.

D.10 Comportamiento del error en medidores de propela con insuficientes tramos rectos.

### **E. Geohidrología**

E.1 Abatimiento de nivel freático por explotación

E.2 Contaminación de acuíferos

E.3 Pozos de inyección (agua potable o de rehusos)

### *Visión de la Red*

Fomentar, promocionar y aprovechar la capacidad del conjunto de Laboratorios, a través de alianzas específicas, con el fin de integrarse y sumar sus capacidades profesionales para diagnosticar y caracterizar la problemática hidráulica, plantear soluciones y ejecutar acciones en los ámbitos nacional y regional, basándose en una estrecha vinculación e interacción técnica para que sus proyectos de investigación y normalización sean útiles y trascendentes, que merezcan el reconocimiento nacional e internacional, promoviendo la acreditación de los Laboratorios de Hidráulica que conformen la Red, funcionando como un órgano de consulta para instituciones públicas o privadas, vinculadas con la investigación, docencia, difusión de la ciencia y el desarrollo tecnológico. Asimismo, para coadyuvar y estimular el desarrollo integral de las actividades teóricas y prácticas de los Laboratorios de Hidráulica, tanto a los estudiantes de Ingeniería a nivel licenciatura y de postgrado, y especialmente promover la investigación en Ingeniería Hidráulica.

### *Consejo Directivo*

La Red de Laboratorios de Hidráulica en México está constituida por las instituciones a las cuales se encuentra adscrito el Laboratorio. La representación de la Institución recae en dos profesionales del ramo. Actualmente, el consejo directivo se encuentra organizado como se muestra a continuación:

## *Presidente*

Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Ingeniería.

*Dr. Rafael Val Segura*, [rvals@iingen.unam.mx]

## *Secretario*

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua,  
Laboratorio *Enzo Levi*.

*Dr. Ariosto Aguilar Chávez*, [aaguilar@tlaloc.imta.mx]

## *Tesorero*

Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco,  
División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

*Dr. Gabriel Soto Cortés*, [gsc@correo.azc.uam.mx]

## *Primer Vocal*

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Laboratorio de Hidráulica David Hernández Hueramo.

*Ing. Everardo Urquiza Marín*, [eurquizamarin@yahoo.com.mx]

## *Segundo Vocal*

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,  
División Académica de Ingeniería y Arquitectura.

*Dr. José G. Fabián Rivera*, [jose.rivera@daia.ujat.mx]

## *Socios*

Universidad Nacional Autónoma de México,  
Instituto de Ingeniería.

*M. en I. Víctor Franco*, [vfr@pumas.iingen.unam.mx]

Comisión Federal de Electricidad,  
Laboratorio de Hidráulica.

*Dr. Humberto Marengo Mogollón*, [humberto.marengo@cfe.gob.mx]

Universidad de Guanajuato, Laboratorio de Hidráulica.

*M. en I. Josefina Ortiz Medel*, [jomedel@quijote.ugto.mx]

Universidad Autónoma de Guerrero,  
Unidad Académica de Ingeniería.

*Pascual Cristóbal Bernabé*, [pascual.cristobal@cfe.gob.mx]

Instituto Mexicano del Transporte,

Laboratorio de Ingeniería de Puertos y Costas.

*Miguel. Montoya Rodríguez*, [mmontoya@imt.mx]

## *Invitación*

La Red de Laboratorios de Hidráulica en México, invita a las instituciones interesadas a afiliarse y compartir este proyecto de desarrollo.





## Gerardo Cruickshank García



La Asociación Mexicana de Hidráulica lamenta el sensible fallecimiento del Ingeniero Gerardo Cruickshank García, acaecido el pasado 9 de agosto en la Ciudad de México.

Para ninguno de los integrantes de esta Asociación es desconocido el gran aporte que el Ingeniero Cruickshank hizo al sector hidráulico nacional, a través de la investigación, la docencia y su larga trayectoria en el sector público.

Nacido en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, en el año de 1911, Cruickshank García estudió la carrera de Ingeniería Civil en la Escuela Nacional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de México.

En el sector público, laboró en la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en la que ocupó diversos cargos hasta llegar a ser Subsecretario de Planeación y Presidente del Plan Nacional Hidráulico.

En la Secretaría de Obras Públicas, fue Director General de Proyectos y Laboratorios; Director General de Proyectos de Vías Terrestres y participó en la creación de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, actualmente INEGI.

Además de haber sido asesor en el Plan de Rescate Ecológico del Lago de Xochimilco y Vocal Ejecutivo de la Comisión del Lago de Texcoco, en la Comisión Nacional del Agua ocupó la Gerencia del Proyecto Lago de Texcoco, lugar en el que hizo un gran aporte a la preservación y cuidado de nuestros recursos naturales.

El Plan Texcoco permitió rescatar el ecosistema degradado de ese cuerpo de agua, convertido en un desierto salitroso en el que se desbordaban las aguas contaminadas de los Ríos de la Compañía y Churubusco principalmente, formando charcos y pantanos insalubres que al secarse en la época de estiaje produ-

cían “tolvaneras”, mezcladas con gérmenes y detritus, tormentas de polvo que azotaban a la capital en los primeros meses de cada año.

Es así como se realizaron los estudios y proyectos más importantes para corregir la problemática anterior y se desarrollaron las obras de infraestructura necesarias para manejar y mejorar el funcionamiento hidrológico de la Cuenca Tributaria, a través de la construcción de presas, terrazas, zanjas trinchera, cepas y la plantación de 50 millones de árboles, deteniendo la erosión y aumentando la recarga de los acuíferos.

Se construyeron cinco lagos en una superficie de 1,700 Has., siendo el más importante el Lago Nabor Carrillo, el cual ocupa una superficie de 1,000 Ha., con capacidad de 36 millones de m.

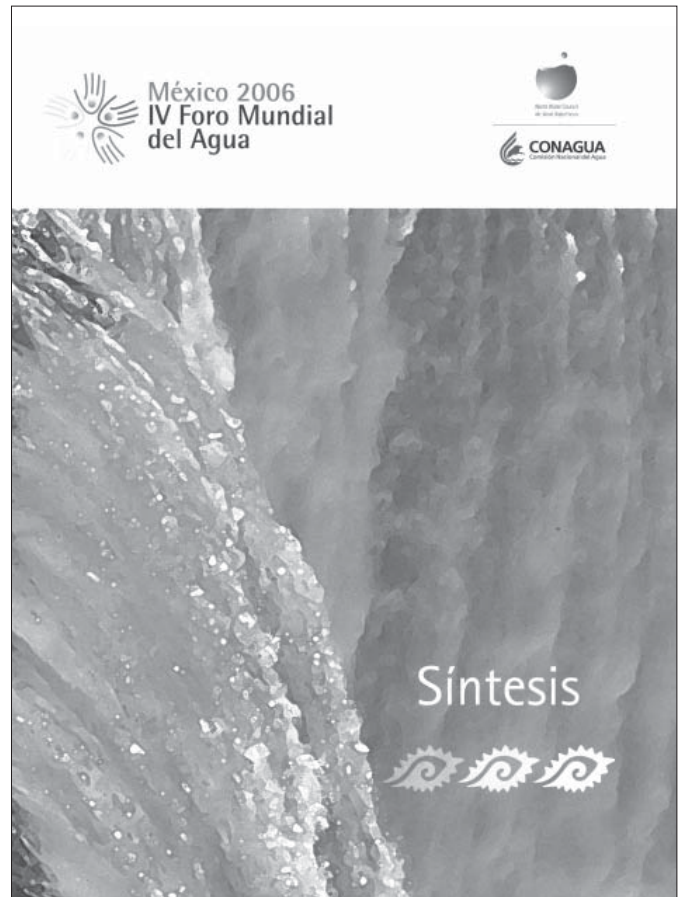
Los resultados obtenidos permiten afirmar que este Proyecto es un ejemplo de rescate hidroecológico que puede aplicarse a otros lagos y zonas degradadas que constituyen focos de contaminación peligrosos para la salud de los habitantes de cualquier región del mundo.

Como resultado de su experiencia académica y profesional, el ingeniero Cruickshank publicó las obras: “Proyecto Lago de Texcoco, Rescate Hidroecológico”, diciembre 1995 y “La Cosecha del Agua”, mayo 2003.

De igual forma, recibió numerosas distinciones entre las que se destacan: “Voto de Aplauso”, otorgado por el Primer Congreso Mundial para la Agricultura y la Alimentación; “Académico de Número” de la Academia de Ingeniería; Presea “Al Mérito UMAI”, de la Administración Pública; Premio “Ing. Raúl Sandoval” 1985 a la Práctica Profesional, otorgado por el Colegio de Ingenieros Civiles de México.

La Medalla “Alfonso L. Herrera”, otorgada por el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C.; “Premio Nacional de Ingeniería Civil 1989; otorgado por la Federación de Colegios de Ingenieros de la República Mexicana y el Colegio de Ingenieros Civiles

## Síntesis del IV Foro Mundial del Agua



Para producir esta síntesis, el Secretariado del IV Foro Mundial del Agua y el Consejo Mundial del Agua trabajaron en estrecha colaboración. Los pilares de la síntesis son los informes de las sesiones, recibidos tanto de sus convocantes como de un equipo especial de redactores, de las 206 sesiones temáticas y de las acciones locales que se expusieron en esas sesiones; los documentos preparados por los líderes temáticos como base para la discusión de cada tema o perspectiva del Foro; los informes regionales que abarcaron los aspectos específicos de diversas regiones geográficas del planeta; los miles de comentarios y recomendaciones recibidos de parte de los participantes y que fueron procesados a través del mecanismo intitulado Voces del Foro; los informes de grupos específicos, las discusiones y declaraciones, documentos e informes publicados, eventos especiales e incluso algunas voces que provinieron de fuentes externas al Foro oficial.

El proceso de producción incluyó a equipos conjuntos del Secretariado del Foro y del Consejo Mundial del Agua en cada capítulo. Su análisis enfatizó en primer término las lecciones aprendidas, los mensajes clave y las recomendaciones para la acción en relación con el tema de cada capítulo, finalizando con una lista de las principales ideas desarrolladas durante el Foro. Posteriormente se solicitó a un equipo consultor, compuesto por algunos de los líderes temáticos y por otros representantes de la comunidad mundial del agua, que comentara sobre estos primeros hallazgos, lo que permitió a los redactores producir finalmente los capítulos que retoman la naturaleza de los debates sostenidos en el Foro.



## Ahorro y Equidad



### *Resultados obtenidos en JAD de Matamoros*

Como es sabido Matamoros, Tamp. Es una ciudad que está situada al final de la cuenca del Río Bravo, además de tener un crecimiento poblacional por encima de la media nacional, esto le hace tener algunas limitaciones del vital líquido además de ser un reto para el sistema operador.

Gracias a la visión, tanto del Sr. Presidente Municipal como la de los directivos y la realmente preocupación de apoyo a este proyecto real de brindar un servicio mejor, apoyaron este proyecto.

En esta ciudad se implementó el sistema de una forma real y significativa.

Se han instalado aproximadamente 50,000 grupos de medición y control en las zonas que, por diseño consideramos que era más conveniente empezar, logrando resultados altamente satisfactorios.

*Ahorramos más del 35% de agua,*



*además de suministrar en forma equitativa y ampliar el área de suministro*

Hace aproximadamente seis años, y viendo la problemática que se estaba manifestando en materia de agua potable, nos dimos a la tarea de desarrollar algún sistema, dispositivo o proceso, que nos permitiese un ahorro considerable en materia de agua potable,



además de lograr en un mediano plazo la recuperación de mantos acuíferos y otras fuentes de suministro. Para ello, pusimos en marcha nuestra experiencia de muchos años atrás en la implementación y desarrollo de nuevos sistemas, utilizando siempre la teoría del traje a la medida. Esto significa que desde hace más de veinte años nos dedicamos a la generación de procesos y equipo especialmente diseñado para el logro de un objetivo específico.

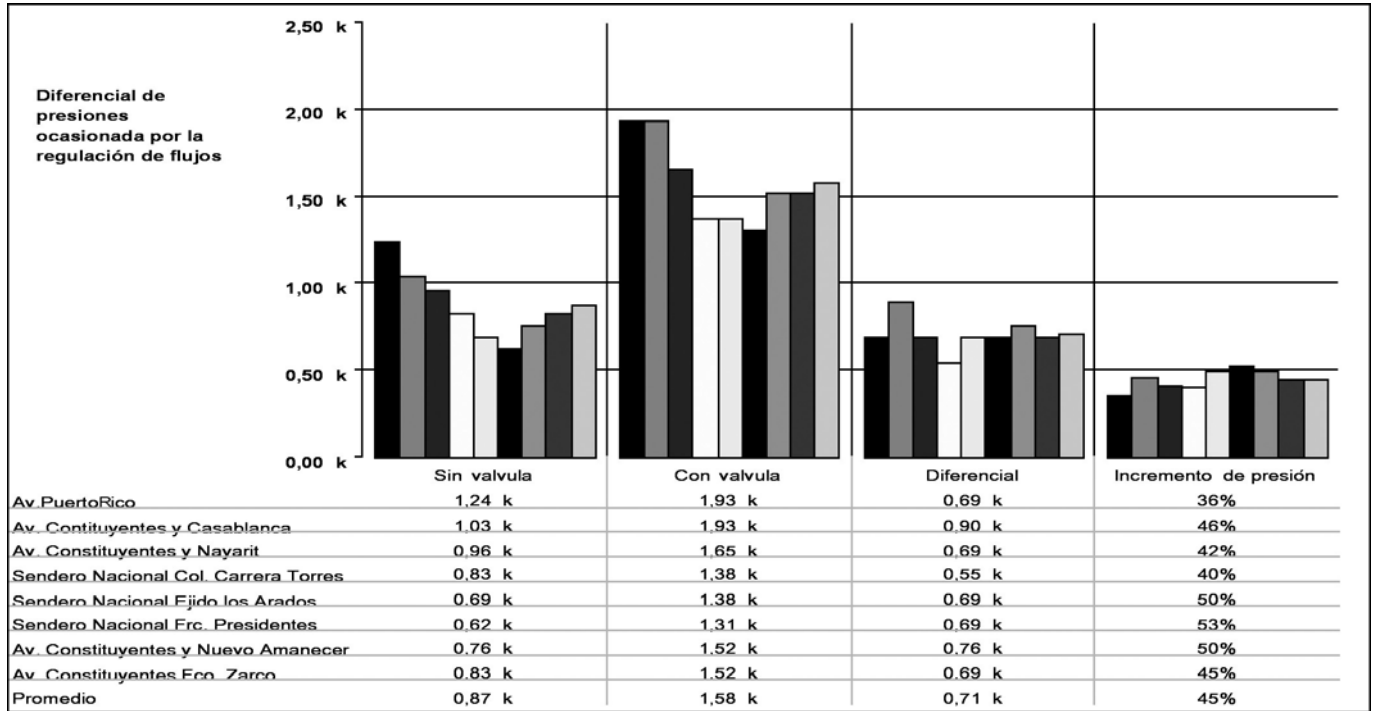
En este concepto logramos desarrollar muchos nuevos sistemas y entre ellos algunas patentes.

Así en esta materia de agua potable, generamos la simulación de una ciudad y después de varios estudios llegamos a la conclusión que lo más factible y de fácil implementación era lo que hoy es FLU-CON, que aunque no ha sido fácil su comercialización, en aquellos lugares que hemos logrado implementarlo, siempre a dado los resultados estipulados en cálculo.

A continuación mostramos gráficas de resultados, partiendo de la situación anterior sin la instalación de la válvula FLU-CON, y los resultados obtenidos después de su instalación, podemos observar el incremento reflejado en presión.

Cabe mencionar que el incremento de presión en el sector se refleja aún después de lograr un suministro regular a 8,000 tomas adicionales, que no tenían prácticamente presión, en otras palabras estas personas tenían que salir fuera de la casa a la llave de banqueta para poder recoger algo de agua en cubetas, hoy tienen agua en el segundo piso de su casa.

Resultados graficados



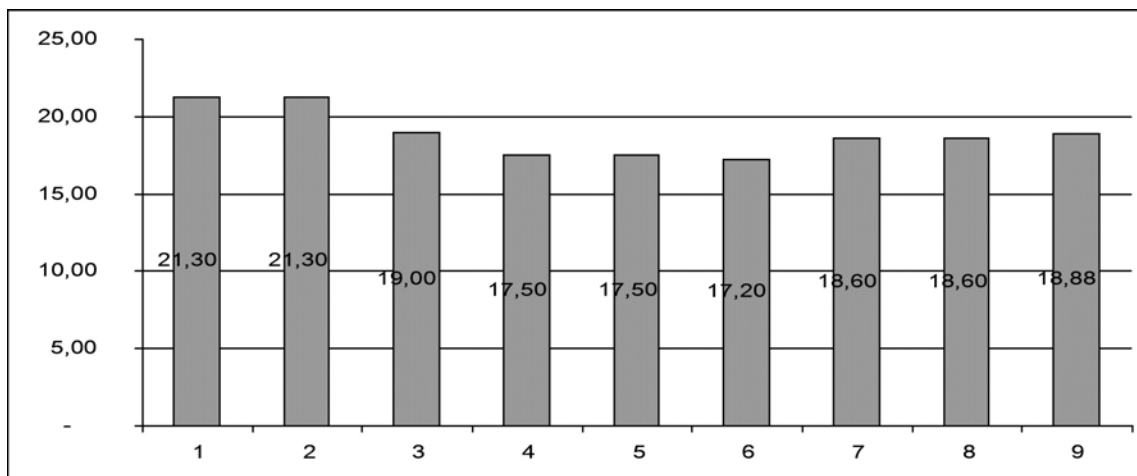
Definitivamente a estos usuarios era prácticamente imposible cobrarles el agua que consumían con tarifa fija. Hoy pagan en forma voluntaria.

Después de válvulas ajustadas se incrementó el promedio de presión del 45%, esto generó un desplazamiento de flujo a varias colonias adicionales, incrementando la presión y por consiguiente el flujo,

algunas de estas colonias casi no disponían de agua, ni siquiera llegaba la presión al lavadero de la cocina, ahora tienen agua en las regaderas del segundo piso.

Para lograr este incremento de presión definitivamente hubo un ahorro considerable de agua del 35% aproximadamente.

Flujo en litros por minuto entregados por toma





## Sitios Internet

### *Atención de desastres*

- **Centro Nacional de Prevención de Desastres, de México (CENAPRED)**  
Portal del CNAPRED que depende de la Secretaría de Gobernación que se encarga de prevenir, alertar y fomentar la cultura de protección para reducir el riesgo de fenómenos naturales y antropogénicos que amenazan sus vidas, bienes y entorno, a través de la investigación, monitoreo, capacitación y difusión.  
<http://www.cenapred.unam.mx/es/>
- **Programa de Administración de Desastres, de la ONU**  
Portal del Programa de Administración de Desastres, la Agencia HABITAT de la Organización de las Naciones Unidas. El Programa tiene el propósito de promover y apoyar a toda la sociedad a participar en la planeación para la preparación de desastres y en la prevención de desastres.  
<http://www.unchc.org/programmes/rdmu/>
- **Centro Nacional de Mitigación de Sequías, de Estados Unidos (NDMC)**  
Organismo ligado a la Universidad de Nebraska-Lincoln en los Estados Unidos, cuyo propósito es ayudar en el desarrollo e implantación de medias para reducir la vulnerabilidad social de las sequías. El NDMC se esfuerza más en administración de riesgos que en administración de sequías.  
<http://drought.unl.edu/>
- **Administración de Desastres, de Australia**  
Portal del Gobierno de Australia con información práctica sobre administración de desastres, incluyendo lecciones aprendidas de desastres anteriores, no solo de eventos ocurridos en Australia.  
<http://www.developmentgateway.com.au/jahia/Jahia/pid/2143>
- **16 Conferencia Mundial sobre Administración de Desastres**  
Portal del evento a realizarse del 18 al 21 de junio de 2006 en Toronto, Canadá  
<http://www.wcdm.org/>
- **Asociación Internacional de Administradores de Desastres**  
Portal de la Asociación Internacional de Administradores de Desastres, que es una organización educativa sin fines de lucro dedicada promover las metas de salvar vidas y proteger el patrimonio durante emergencias y desastres  
<http://www.iaem.com/>
- **Instituto Internacional para Recuperación ante Desastres (DRI)**  
Portal sobre una organización internacional no lucrativa que se enfoca en la educación y certificación de personas en materia de atención de desastres  
<http://www.drii.org/>
- **Instituto Mundial para la Administración de Riesgos de Desastres (DRM)**  
Portal de una red para la investigación aplicada, así como divulgación de campo de la administración de riesgos de desastres.  
<http://www.drmonline.net/>

# AHORRE

energía eléctrica



## **El FIDE financia su municipio hasta con \$500,000.00 sin intereses...**

Para proyectos de ahorro de energía eléctrica en iluminación, bombeo, aire acondicionado y alumbrado público.

El municipio selecciona a su proveedor o contratista.

Más de 200 municipios ya están ahorrando hasta un 40%

¡ Llame hoy mismo, con gusto le atenderemos !



**Fideicomiso para el Ahorro  
de Energía Eléctrica**

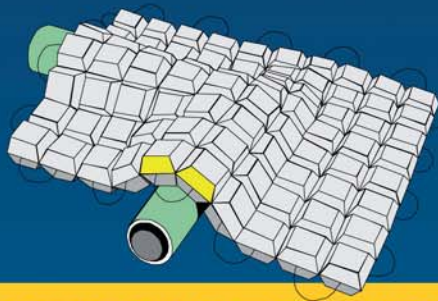
Gerencia de Servicios Municipales Teléfono en el D.F.: 5250-5870  
Conmutador: 5254-3044 ext.: 96-040, 96-041, 96-015 Fax ext.: 96-032  
Llame sin costo: 01 800 5086 417 Celular: 0155 5967 8603  
torreesteban@terra.com.mx www.fide.org.mx





Con su gente... con su espíritu... CONSTRUYENDO





Tapetes flexibles de concreto **SUBMAR-ELHER**  
La única respuesta que Usted y su inversión necesitan

**SUBMARELHER**

Control de Erosión – Protección de Ductos  
Tapetes flexibles de concreto

Son de  
**rápida instalación**

**Detienen  
la erosión**

Son  
**reutilizables**

**Vida útil superior  
a los 20 años**

Completamente  
**ecológicos**



**EN CONCRETO**  
**SOMOS LA RESPUESTA**  
**A SU PROBLEMA DE EROSION**

01800-0120277

erosion@grupoelher.com

Distrito Federal

Tel. (55) 5396-0651  
Fax: (55) 5396-0691

Coatzacoalcos

Tel. / Fax:  
(921) 2158-017  
(921) 2158-018

www.grupoelher.com