

Tlaloc AMH

Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C.

Revista Cuatrimestral

Mayo - Agosto 2004

No. 31



ARTÍCULOS

PUBLICACIONES

NOTICIAS

Disponibilidad per-cápita de agua en México

Carlos A. Esculante-Sandoval y Lilia Reyes Chávez.

Red de observaciones y predicciones de variables oceánicas (ROPVO) en las costas y puertos del Golfo de México (GM)

Rodolfo Silva Casarín, Eustorgio Meza Conde, Paulo Salles Afonso de Almeida, Osvaldo Sánchez Zamora, Jesús Figueroa Nazuno.

Los recursos hídricos en las cuencas transfronterizas de México con los Estados Unidos

Dr. Polioptro F. Martínez Austria.

Semblanza: Óscar Vega Argüelles

Reseña de actividades del Consejo Directivo

Novedades editoriales del Archivo Histórico del Agua



El Servicio Meteorológico Nacional está ahí ...

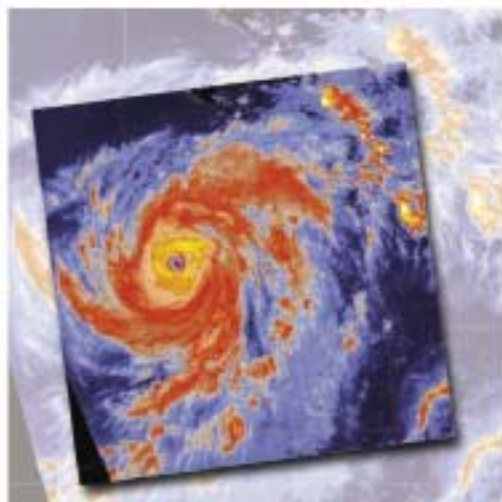


Imagen Satelital del Servicio Meteorológico - Evolución de un huracán

...para detectar y anticiparse a fenómenos que pueden poner tu vida en peligro, dando aviso oportuno a las autoridades...

...para que tú no estés ahí.



Anita Morales, trasladada por Brigadistas Comunitarios a un Refugio Temporal

El personal de Protección Civil y la Red Nacional de Brigadistas Comunitarios ayudan a la población.

Atiende los avisos y coopera con las autoridades.

No podemos evitar los fenómenos naturales, pero juntos podemos evitar que te hagan daño.

ÚNETE A LA RED NACIONAL DE BRIGADISTAS COMUNITARIOS 01800 0041300

EDITORIAL

Estamos consolidando la nueva etapa de nuestra revista. Nos sentimos satisfechos pero no conformes; mantenemos una siempre sana inconformidad que nos impulsa a ser mejores cada vez. El esfuerzo desarrollado por el actual equipo editorial es digna de encomio por su dedicación y entrega, pero, como siempre, los invitamos a hacer de esta revista, como lo es de hecho, su espacio, aportando cada vez mayores colaboraciones con sus propuestas y comentarios. Gracias de antemano.

En este número balanceamos nuestro contenido con temas de gran interés y actualidad. Por una parte, abordaremos el enorme reto que representa la gestión de recursos hídricos en las cuencas transfronterizas de México con los Estados Unidos y, por otra, conoceremos cifras muy ilustrativas de la disponibilidad per-cápita de agua en México.

En materia del comportamiento de fenómenos meteorológicos y oceanográficos se presenta la propuesta y avances de la Red de observaciones y predicciones de variables oceánicas en las costas y puertos del Golfo de México. Asimismo, se muestra la teoría para el diseño de colectores más eficientes, que operen en régimen supercrítico, enfatizando las conveniencias en cuanto a costo que estimulen el diseño y construcción de este tipo de obras.

Finalmente, presentamos una participación sobre San Luis Potosí y el agua, ciudad que del 10 al 12 de noviembre de este año recibe a nuestro XVIII Congreso Nacional y su Expo Hidráulica Internacional, donde habrán de darse cita todas las personalidades del agua dentro de las que ya contamos con usted.

Al respecto, dada su trascendencia, deseo resaltar la importancia de estos actos simultáneos:



El XVIII Congreso Nacional de Hidráulica donde habremos de abordar *El Futuro del Agua* como tema central, profundizando en su problemática y poniendo especial énfasis en propuestas viables de acción. Analizaremos el marco jurídico del agua, hablaremos de educación, tecnología e investigación en hidráulica, atenderemos la generación de energía, la calidad del agua y el medio ambiente, nos ocuparemos de la hidrología, irrigación y drenaje, identificaremos las obras hidráulicas y discutiremos sobre la planeación y gestión del agua. Además, escucharemos las destacadas conferencias Enzo Levi y Francisco Torres H.

La Expo Hidráulica Internacional México 2004 contará con la presencia de instituciones y empresas, operadores y proveedores que nos presentarán lo último en productos y servicios de vanguardia en materia hidráulica. Será una exhaustiva muestra de productos útiles al agua que pocas veces tenemos la oportunidad de ver reunidos en un solo lugar.

Cabe también resaltar la comodidad de instalaciones y hospedaje, así como la facilidad de acceso del Hotel sede, Holiday Inn Hostal del Quijote, que aunado a la excelente gastronomía y belleza de la tierra potosina nos permite integrar un atractivo programa social y cultural para asistentes y acompañantes.

Del 10 al 12 de noviembre próximos la cita es en San Luis Potosí, para que juntos hagamos de nuestro tradicional congreso una experiencia única e inolvidable.

Cordialmente

Gustavo A. Paz Soldán
Presidente



Consejo Editorial

Dr. Polioptro F. Martínez Austria
Director

Dr. Carlos A. Escalante Sandoval
Editor

Dr. Felipe I. Arreguín Cortés
Dr. Humberto Marengo Mogollón
Dra. María Luisa Torregrosa Armenta
Editores Asociados

Miembros del Consejo Editorial

Moisés Berezowiky Verduzco
Instituto de Ingeniería, UNAM

Carlos Cruickshank Villanueva
Instituto de Ingeniería, UNAM

Carlos Díaz Delgado
CIRA, U.A. del Estado de México

Daniel Campos Aranda
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Gabriel Echávez Aldape
División de Estudios de Posgrado de la Facultad
de Ingeniería, UNAM

Gabriela Moeller Chávez
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Gilberto Sotelo Ávila
Facultad de Ingeniería, UNAM

Héctor Bravo
Centro de Investigación y Docencia Económicas

Ignacio Castillo Escalante
Comisión Nacional del Agua

Jaime Collado
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Juan Carlos Valencia Vargas
Comisión Nacional del Agua

Miguel Ángel Vergara
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

Nabil Mobayed Khodr
Universidad Autónoma de Querétaro

Martín Mundo Molina
Universidad Autónoma de Chiapas

Ramón Domínguez Mora
Instituto de Ingeniería, UNAM

Ricardo Álvarez Bretón
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Román Gómez González Cossio
Comisión Nacional del Agua

Roberto Melville
Centro de Investigación y Estudios Superiores
en Antropología Social

Rubén Chávez Guillén
Comisión Nacional del Agua

Salvador Díaz Maldonado
Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Sonora

Sergio Díaz Cruz
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias, IPN

Tlálloc AMH

Tlálloc AMH, No. 31, Mayo-Agosto 2004

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

XXVI Consejo Directivo del AMH

Presidente

Gustavo Paz Soldán Córdova

Vicepresidente

Polioptro F. Martínez Austria

Tesorerera

Adriana Cafaggi Félix

Primer Secretario

Antonio Fernández Esparza

Segundo Secretario

Germán A. Martínez Santoyo

Vocales

Isis Ivette Valdez Izaguirre
Nahun Hamed García Villanueva

Editor Responsable

Gustavo Paz Soldán Córdova

Ventas y Publicidad:

Lic. Blanca Rubio
Gerente de la AMH
Tel. 5666-0835

Ing. José Aarón Campos R.
Director de Promoción
Tels. 5580 4782
5557 1505

Tlálloc AMH. Es una publicación cuatrimestral de la Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C. Para otros intereses dirigirse a Camino Santa Teresa 187, Colonia Parques del Pedregal, C.P. 14010, México, D.F., tel. y fax (55) 5666 0835. Certificado de licitud de título num. 12217 y de contenido num. 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.

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

ARTÍCULOS

- D**isponibilidad per-cápita de agua en México 4
Carlos A. Escalante Sandoval y Lilia Reyes Chávez.

- R**ed de observaciones y predicciones de variables oceánicas (ROPVO) en las costas y puertos del Golfo de México (GM) 14
Rodolfo Silva Casarín, Eustorgio Meza Conde, Paulo Salles Afonso de Almeida, Osvaldo Sánchez Zamora, Jesús Figueroa Nazuno.

- L**os recursos hídricos en las cuencas transfronterizas de México con los Estados Unidos 23
Dr. Polioptro F. Martínez Austria.

PUBLICACIONES

- N**ovedades editoriales del Archivo Histórico del Agua 31

NOTICIAS Y RESEÑAS

- S**an Luis Potosí y El Agua 33

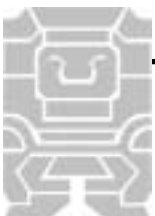
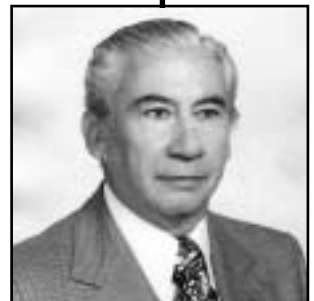
- R**eseña de actividades del Consejo Directivo 35

- R**eunión del C.P. Marcelo de los Santos F., Gobernador Constitucional del estado de San Luis Potosí con el Dr. Gustavo Paz Soldán C., Presidente de la AMH. 37

- T**lálloc AMH, revista certificada 38

SEMBLANZA

- Ó**scar Vega Argüelles 40



Disponibilidad per-cápita de agua en México

Carlos A. Escalante Sandoval y Lilia Reyes Chávez

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Hidráulica

Resumen

En México, dos tercios de su territorio son áridos o semiáridos. En estas zonas se concentra el 77% de la población, pero se genera el 28% del escurrimiento natural y se produce el 84% del producto interno bruto. Esta situación propicia la competencia por el agua, contaminación del recurso y sobreexplotación de los acuíferos. La disponibilidad de agua estimada en el año 2000 era cercana a los 4,900 metros cúbicos por habitante, ocupando la posición número 86 en el entorno mundial y la número 20 en el continente americano.

Las cifras per-cápita presentan un cuadro engañoso, ya que en muchas ocasiones el agua no se encuentra disponible en calidad ni cantidad suficiente donde se requiere y en otras se tiene excedentes en sitios de poco desarrollo.

En este trabajo se presentan algunas cifras de la disponibilidad per-cápita en México y se contrastan en su entorno municipal.

Disponibilidad de agua en el mundo

Debido a la importancia del agua como un recurso que puede limitar el desarrollo económico y social de un país, en los últimos años se ha intensificado el estudio de la cuantificación de la disponibilidad del líquido.

Un 70% de la superficie de la tierra es agua, pero la mayor parte de esta pertenece a los océanos. Única-

mente 2.5% del agua del mundo es dulce y tres cuartas partes están congeladas en los polos y las cumbres de las montañas altas. Solo el 1% del agua dulce se considera inmediatamente disponible para los 6 mil 200 millones de habitantes del planeta, sin embargo, las condiciones geográficas y sociales afectan su distribución, ya que dos tercios de la población mundial vive en zonas que reciben solo una cuarta parte de la precipitación anual.

Se considera que mundialmente se dispone de 12,500 a 14,000 millones de metros cúbicos de agua por año para uso humano. Esto representaba en 1990 unos 9,000 metros cúbicos por persona al año, y se estima que para el 2025 descenderá a 5,100 metros cúbicos. Aún entonces esta cantidad sería suficiente para satisfacer las necesidades humanas si el agua estuviera distribuida por igual entre todos los habitantes del mundo.

En América Latina hay 48,000 metros cúbicos por persona, 21,300 en Norteamérica, en África 9,400, en Asia y el Cercano Oriente 4,700 y en Europa 4,400, pero en los hechos, 20% de la población mundial no tiene acceso al agua potable.

Es difícil estimar la cantidad de agua que se necesita para mantener estándares de vida aceptables o mínimos. Además, las diversas fuentes de información emplean diferentes cifras para el consumo total del agua y su uso por sector económico.

Falkenmark y Widstrand (1992) consideran que la cifra de 100 litros de agua dulce per-cápita por día para uso personal es una estimación aproximada de la cantidad necesaria para un estándar de vida mínimo aceptable en los países en desarrollo, sin incluir los usos para la agricultura e industria.

Las cantidades de agua que las personas realmente utilizan en un país dependen no sólo de las necesidades mínimas y de cuánta agua se dispone

para el uso, sino también del nivel de desarrollo económico y del grado de urbanización. Mundialmente, de las tres categorías del uso del agua, agricultura, industria y doméstico, el primero es el que domina. Así, la agricultura representa un 69% de todas las extracciones anuales de agua; la industria, un 23% y el uso doméstico, un 8%.

Existen grandes diferencias por región. En África se estima que el 88% del agua dulce se utiliza para la agricultura, 7% para fines domésticos y 5% para la industria. En Asia la distribución para los mismos rubros representan el 86%, 8% y 6%, respectivamente. En contraste, en Europa los porcentajes son 33%, 13% y 54%, lo que marca para este último caso, una dependencia del desarrollo industrial.

A medida que el mundo se vuelve predominantemente urbano y la agricultura depende cada vez más del riego, será difícil para las ciudades satisfacer la demanda creciente de agua. En los países en desarrollo el rápido crecimiento urbano suele ejercer tremenda presión en los sistemas de abastecimiento, generalmente inadecuados.

Falkenmark (1993) propone que un país experimenta *estrés hídrico* cuando el suministro anual de agua desciende a menos de 1,700 metros cúbicos por persona. Cuando desciende a niveles de 1,700 a 1,000 metros cúbicos por persona, pueden verse situaciones de *escasez periódica*

o *limitada de agua*. Cuando los suministros anuales bajan a menos de 1,000 metros cúbicos por persona, el país enfrenta escasez de agua. Más aún, cuando el suministro cae por debajo de los 500 metros cúbicos por persona, los países experimentan *escasez absoluta de agua*.

Una vez que un país experimenta *escasez de agua*, puede esperar una *escasez crónica* que amenace la producción de alimentos, obstaculice el desarrollo económico y dañe los ecosistemas.

Los cálculos sobre *estrés hídrico* y *escasez de agua* se basan en estimaciones de los suministros renovables de agua dulce de un país y no incluyen el agua extraída de acuíferos subterráneos fósiles. Un país puede evitar por algún tiempo los efectos del *estrés hídrico* extrayendo agua no renovable, pero esta práctica no es sustentable, especialmente si la población continua creciendo rápidamente y aumenta la demanda per-cápita.

Basado en los conceptos propuestos por Falkenmark (1993), se establece una clasificación para definir el volumen de agua per-cápita disponible para los usos agrícola, industrial y doméstico de un país, la cual se presenta en la tabla 1.

En la Tabla 2 se presenta el volumen de agua per-cápita en orden de mayor a menor disponibilidad de los primeros 100 países en el mundo (Nationmaster, 2004).

Grado de Disponibilidad	Clave	Disponibilidad D (m ³ /hab)/año
Escasez Extrema	EE	D < 1,000
Escasez Crítica	EC	1,000 < D < 1,700
Disponibilidad Baja	DB	1,700 < D < 5,000
Disponibilidad Media	DM	5,000 < D < 10,000
Disponibilidad Alta	DA	D > 10,000

Tabla 1. Clasificación general de la disponibilidad de agua per-cápita.

País	D	País	D	País	D	País	D
Groelandia	10,767,857	Uruguay	41,654	Irlanda	13,673	Lituania	6,737
Guinea Franc.	812,121	Rep.Cto. Africa	38,849	Indonesia	13,381	Tailandia	6,527
Islandia	609,319	Nicaragua	38,787	Albania	13,306	Filipinas	6,332
Guyana	316,689	Camboya	36,333	Georgia	12,035	Gambia	6,140

Tabla 2. Volumen per-cápita (m³/habitante)/año para el año 2004 de los primeros 100 países en el mundo. (continúa en sig. pág.)

País	D	País	D	País	D	País	D
Surinam	292,566	Sierra Leona	36,322	Mozambique	11,814	Holanda	5,736
Rep. Congo	275,679	Fiji	35,074	Vietnam	11,406	Bielorusia	5,694
P. N. Guinea	166,563	Ecuador	34,161	Hungría	10,433	Chad	5,453
Gabón	133,333	Rusia	30,980	Namibia	10,211	Turkmenistán	5,218
Is. Solomon	100,000	Costa Rica	27,932	Zambia	10,095	Costa de Marfil	5,058
Canadá	94,353	Guinea	27,716	Guatemala	9,773	Swaziland	4,876
Nva. Zelanda	86,554	Malasia	26,105	Austria	9,616	México	4,624
Noruega	85,478	Guinea-Bissau	25,855	Rumania	9,445	Mauritania	4,278
Belice	82,102	Australia	25,708	Bosnia Herz.	9,429	Senegal	4,182
Liberia	79,643	Croacia	22,669	Botswana	9,345	Kyrgystan	4,182
Bolivia	74,743	Argentina	21,981	Eslovaquia	9,279	El Salvador	4,024
Perú	74,546	Burma	21,898	Estonia	9,195	Benin	3,954
Laos	63,184	Finlandia	21,268	Nepal	9,122	Azerbaijón	3,765
Paraguay	61,135	Madagascar	21,102	Mali	8,810	Jamaica	3,651
Chile	60,614	Suecia	19,679	Bangladesh	8,809	Turquía	3,439
Guinea Equat	56,893	Camerún	19,192	Suiza	7,462	Francia	3,438
Panamá	51,814	Eslovenia	16,031	Luxemburgo	7,094	Cuba	3,404
Venezuela	51,021	Honduras	14,949	Grecia	6,998	Japón	3,383
Colombia	50,635	Latvia	14,642	Reunión	6,935	Italia	3,325
Brasil	48,314	Angola	14,009	Portugal	6,859	Irak	3,287
Bután	45,564	Mongolia	13,739	Kazakhstan	6,778	Togo	3,247

Tabla 2. Volumen per-cápita (m^3 /habitante)/año para el año 2004 de los primeros 100 países en el mundo.

En ella se observa que México ocupa la posición número 86 en el entorno mundial y la número 20 en el continente americano.

Disponibilidad de agua en México

El territorio mexicano cuenta con una superficie cercana a los 2 millones de km^2 y con una población que sobrepasa los 100 millones de habitantes, de los cuales el 70% se ubica en poblaciones urbanas y el resto en comunidades rurales que cuentan con una concentración menor a los 2,500 habitantes.

En México se precipita anualmente un volumen de $1,528 km^3$ de agua, equivalente a una lámina de 772 mm, en todo el territorio. Del agua de lluvia, unos $394 km^3$ constituyen el escurrimiento medio superficial, $75 km^3$ corresponden a la recarga media en acuíferos y $1,109 km^3$ a la evapotranspiración media del país. Para suministrar las demandas en los

diferentes sectores del país, se extraen en promedio al año $27.4 km^3$ de agua subterránea y $45.1 km^3$ de agua superficial.

En la República Mexicana existe una gran variedad de climas y condiciones hidrometeorológicas que van desde las condiciones desérticas, como las existentes en el norte y noreste del país, hasta las del trópico húmedo prevalecientes en el sureste del territorio nacional. Más del 65% de la superficie del país es considerado como árido (Hp media anual ≤ 400 mm) o semiárido ($401 mm \leq Hp$ media anual ≤ 600 mm). En estas regiones apenas existe el 20% del escurrimiento en ríos. No obstante, en esta parte se desarrolla gran actividad productiva que conlleva una demanda importante de agua, al localizarse tres cuartas partes de la población, más del 70% de la industria manufacturera y el 90% de la superficie de agricultura de riego. En cambio en las zonas lluviosas litoral y sureste, de clima semihúmedo ($601 mm \leq Hp$ media anual 1500 mm) y húmedo (Hp media anual > 1500 mm),

el escurrimiento aportado por los ríos es del 80% y en ella vive sólo el 25% de la población y la industria manufacturera es incipiente, por lo cual la demanda del líquido es mucho menor.

Más de la cuarta parte de la población se localiza arriba de los 2000 metros sobre el nivel del mar y en esta área se dispone del 4% del escurrimiento medio anual de agua; por debajo de los 500 metros se asienta un número similar de habitantes y el escurrimiento es mayor al 50%. Así pues, se tienen regiones con precipitaciones medias anuales menores a los 250 mm, en el primer caso, y lluvias medias anuales superiores a los 4000 mm en el segundo caso. Por otra parte, hay una gran parte del territorio nacional que se ve afectado año tras año con la ocurrencia de tormentas tropicales, ciclones, huracanes y sequías de diversa intensidad, que producen daños de diferente magnitud en cuanto a pérdida de vidas humanas y daños económicos y sociales.

En conjunto, las zonas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey utilizan más del 50% del agua disponible para uso urbano e industrial.

En las regiones del Valle de México, Lerma, cuencas cerradas del Norte y Baja California, se extrae actualmente más agua de la que su disponibilidad permite, destacándose la región del Valle de México, que extrae 71% más agua de la que dispone. En esas regiones se genera más del 65% del producto industrial nacional y se localiza aproximadamente el 50% de la población del país.

Para uso municipal se extraen 9.5 km³ de agua al año, pero existe una gran disparidad en la distribución de las obras y servicios en las poblaciones urbanas y en las comunidades rurales. En las ciudades de más de 50,000 habitantes, por lo general, las coberturas del servicio de agua potable son cercanas al 100% y las de alcantarillado de 94% en promedio; por el contrario, en comunidades rurales, sólo 60% y 25% de los habitantes tienen acceso a servicios de agua potable y alcantarillado.

Para uso industrial se extraen 6.6 km³ de agua al año. Del total del consumo industrial, el 50% se utiliza para enfriamiento, el 35% en procesos, el 5% en calderas y el resto en servicios. Casi el 80% del consumo lo rea-

lizan las ramas azucarera, química, petrolera, celulosa y papel, textil y bebidas.

En la agricultura se extraen de las fuentes 56.4 km³ de agua al año, y se pierde entre 30% y 50% del volumen por bajas eficiencias de conducción hacia las parcelas. Del total de la superficie cultivada en México, el 70% es de temporal y el 30% de riego; áreas que generan, respectivamente, el 45% y 55% de la producción agrícola nacional.

En México existe una superficie de cuerpos de agua de 3.8 millones de hectáreas, de las cuales 2.9 millones corresponden a agua salada en litorales y 0.9 millones de agua dulce. Actualmente se practican actividades de acuicultura en 754,000 hectáreas que generaron en 1994 cerca de 170 mil toneladas de especies que favorecieron a 200,000 familias.

La irregular distribución espacial y temporal de las aguas ha hecho necesaria la construcción de obras de aprovechamiento hidráulico. A la fecha, el país cuenta con 1270 presas de almacenamiento con una capacidad de 147 kilómetros cúbicos, cifra que corresponde al 37% del volumen que escurre superficialmente, y se han construido más de 700 kilómetros de acueductos para entrega de agua en bloque a distintas ciudades, además de otras obras para regular y controlar el recurso.

El agua tiene un uso muy importante y tradicionalmente muy poco considerado que es el que se refiere a la demanda natural que requieren los ecosistemas para su sostén. El desarrollo sustentable debe comenzar por reconocer este uso natural y cuantificar las demandas de agua que requiere la preservación de los bienes inherentes al equilibrio ecológico, como el suelo, las áreas forestales, la selva y la biodiversidad. En México, es necesario trabajar más en este aspecto y establecer normas que aseguren los volúmenes mínimos para la conservación de los cuerpos de agua, sobre todo para evitar la degradación ambiental, ya que este es un factor importante en la generación de los desastres naturales como las inundaciones y sequías.

Los efectos de la sequía en México se han sentido intensamente durante los últimos años, sin embargo, a

pesar de sus devastadoras consecuencias, el conocimiento científico acerca de ellas es relativamente limitado. De hecho es extremadamente pobre comparado con los niveles alcanzados en el estudio de otros fenómenos hidrometeorológicos.

Existen diversas formas de estimar la disponibilidad de agua que tiene un país o región, pero la precisión y el realismo del valor calculado dependen mucho de la información con que se cuente. Una aproximación es la precipitación acumulada anual. En este sentido, los 772 mm de precipitación media anual que recibe el país, unos 1,528 km³ de agua, lo clasificarían en la categoría de países con abundante disponibilidad de agua. Sin embargo, México tiene una evapotranspiración promedio anual de 1,106 km³ de agua, que equivale al 72.4% de la precipitación, valor que resulta menor que la de África (80%), pero mayor que las de Europa (64%), Asia (56%) o Australia (64%). De acuerdo con este balance, el volumen de agua disponible en México es de 472 km³ de agua (422 km³ de agua proveniente de la precipitación más 48 km³ de agua proveniente de Guatemala y 2.2 km³ de agua que recibe de Estados Unidos), que se distribuye en 397 km³ de agua superficial (84% del volumen disponible final) y 75 km³ para la recarga de los acuíferos (16% del volumen disponible final).

Este gran balance indica que, sin considerar las aportaciones provenientes de Estados Unidos y Guatemala, el escurrimiento superficial y el aporte a los acuíferos representan el 22.7% (422 km³) y el 4.9% (75 km³) del volumen de precipitación total (1,528 km³).

De acuerdo con el censo de población del año 2000 la disponibilidad en México era de cerca de los 4,900 m³ por habitante al año, lo que de acuerdo con la tabla 1, se encontraría en los niveles de disponibilidad baja, lo cual no indicaría un foco rojo, sin embargo, debido a la distribución temporal y espacial de la lluvia se tienen grandes contrastes entre los estados y municipios que forman la República Mexicana.

Para poner en contexto la cifra de 4,900 m³ por habitante al año, se debe mencionar que en el año de 1910 la disponibilidad promedio era de 31,000 m³ por habitante,

para 1950 ya era solamente de poco más de 18,000 m³ por habitante y en 1970 había caído por debajo de los 10,000 m³ por habitante. Estas reducciones se explican por el acelerado crecimiento poblacional y no por la disminución de la cantidad de lluvia que recibió el país en esos años.

En la tabla 3 se muestra la disponibilidad per-cápita esperada, de acuerdo con las proyecciones de población hechas por CONAPO hasta el año 2030, para cada uno de los estados que forman la República Mexicana (Escalante y Reyes, 2004). Así mismo, en las tablas 4 y 5 se presentan tanto los porcentajes de la superficie del territorio nacional como la población que se verá afectada por la escasez de agua. De estas se observa que el panorama esperado para el año 2030 no es tan alentador, ya que a pesar de que solo el 14.7% del territorio se verá afectado por *estrés hídrico*, en términos de la población representará cerca del 48%.

Las cifras anteriores se marcan en un contexto estatal, sin embargo, si se realiza en el entorno municipal se presentan grandes contrastes. Por ejemplo, en la tabla 6 se presenta el volumen per-cápita esperado para cada uno de los municipios que forman el estado de Aguascalientes. En ella se observa que a pesar de que el estado puede considerarse en escasez extrema, en el ámbito municipal se tiene toda la gama en cuanto disponibilidad

Otro hecho que es importante mencionar, en cuestiones de planeación hidráulica, es que las cifras anteriores se basan en considerar la precipitación media anual, sin embargo, si se lleva a cabo un análisis de sequía meteorológica para determinar el déficit de precipitación (Escalante y Reyes, 2004), la disponibilidad per-cápita se reduce aún más. Como ejemplo, en la tabla 7 se muestran las características promedio de las sequías en Aguascalientes. En el ámbito estatal, se tiene una precipitación media anual de 502.6 mm, en tanto que los periodos de déficit se presentan cada 3.5 años y pueden durar 1.9 años, lo que implica, en términos gruesos, que cada 2 años el déficit de precipitación represente el 18% por debajo de su media anual (407.1 mm), situación que afecta directamente a los cultivos de temporal (104,000 hectáreas potenciales en el estado).

En el ámbito municipal, los contrastes son más altos, ya que, por ejemplo, en el municipio de Aguascalientes la duración promedio del déficit de lluvia es de 4 años, que representa el 17% respecto a su lluvia media, en tanto que en el municipio de Cosío, a pesar de que puede durar alrededor de 2 años, el déficit representa en promedio el 26% de su lluvia media anual. Para de-

terminar cual de las dos situaciones es la más impactante dentro del desarrollo municipal, es importante realizar el análisis económico correspondiente.

En la tabla 8 se presenta el caso del estado de Durango, donde de acuerdo con sus características geográficas y poblacionales la ubicarían en el nivel

Estado	Población censada (INEGI) y estimada (CONAPO) habitantes en el año				Lluvia menos evapotranspiración Hp disponible (mm)	Volumen per-cápita real (m ³ /habitante)/año			
	2000	2010	2020	2030		2000	2010	2020	2030
Aguascalientes	960,504	1,118,074	1,250,921	1,356,968	136	882	758	677	624
Baja California	2,540,519	3,346,657	4,138,565	4,864,276	57	1,603	1,217	984	837
Baja California Sur	437,351	566,904	692,379	805,327	55	9,324	7,193	5,890	5,064
Campeche	709,412	837,593	955,823	1,056,688	327	26,174	22,168	19,426	17,572
Coahuila	2,373,180	2,693,046	2,954,174	3,155,420	81	5,182	4,566	4,163	3,897
Colima	554,052	626,679	691,397	740,610	228	2,249	1,988	1,802	1,682
Chiapas	4,097,136	4,699,370	5,220,030	5,639,988	528	9,519	8,299	7,471	6,915
Chihuahua	3,125,292	3,716,854	4,244,089	4,685,156	127	10,073	8,470	7,418	6,720
Distrito Federal	8,813,141	8,814,867	8,766,429	8,595,188	196	33	33	34	34
Durango	1,518,633	1,576,441	1,601,038	1,599,076	150	11,970	11,531	11,354	11,368
Guanajuato	4,843,199	5,230,932	5,492,638	5,653,326	160	1,005	931	886	861
Guerrero	3,181,608	3,294,329	3,310,700	3,267,235	278	5,631	5,438	5,411	5,483
Hidalgo	2,285,148	2,477,219	2,620,833	2,711,191	202	1,832	1,690	1,597	1,544
Jalisco	6,504,688	7,067,743	7,479,485	7,733,119	218	2,686	2,472	2,336	2,259
Estado de México	13,504,347	15,744,553	17,601,504	18,939,803	216	344	295	264	245
Michoacán	4,139,084	4,327,113	4,327,113	4,300,893	231	3,265	3,160	3,123	3,142
Morelos	1,616,869	1,806,618	1,961,018	2,071,042	281	857	767	707	669
Nayarit	962,073	1,027,156	1,074,168	1,099,697	282	8,000	7,493	7,165	6,999
Nuevo León	3,908,238	4,552,404	5,119,183	5,594,023	146	2,403	2,063	1,834	1,679
Oaxaca	3,582,180	3,816,870	3,962,397	4,022,105	379	10,084	9,464	9,117	8,981
Puebla	5,233,525	5,797,351	6,246,605	6,554,882	316	2,046	1,847	1,714	1,634
Querétaro	1,454,428	1,738,921	1,999,393	2,217,545	171	1,381	1,155	1,005	906
Quintana Roo	899,312	1,283,883	1,663,733	2,008,755	327	18,472	12,939	9,985	8,270
San Luis Potosí	2,338,436	2,452,198	2,522,680	2,555,979	177	4,578	4,366	4,244	4,189
Sinaloa	2,641,537	2,879,690	3,061,637	3,182,337	192	4,224	3,875	3,644	3,506
Sonora	2,287,867	2,670,917	3,012,160	3,301,830	121	9,958	8,530	7,563	6,900
Tabasco	1,944,503	2,184,350	2,389,020	2,538,074	561	7,446	6,628	6,061	5,705
Tamaulipas	2,869,400	3,441,570	3,953,549	4,382,058	202	5,648	4,709	4,099	3,698
Tlaxcala	986,932	1,153,609	1,305,709	1,431,234	184	757	648	572	522
Veracruz	7,164,716	7,378,261	7,467,895	7,427,933	408	4,155	4,034	3,986	4,007
Yucatán	1,689,180	1,923,530	2,148,744	2,342,080	267	6,861	6,025	5,394	4,949
Zacatecas	1,402,773	1,418,673	1,404,151	1,371,748	121	6,465	6,393	6,459	6,612

Tabla 3. Volumen per-cápita esperado para cada uno de los estados de la República Mexicana.

de disponibilidad alta, sin embargo, en el ámbito municipal se tienen situaciones de escasez extrema a disponibilidad baja.

Efectos del déficit de agua

La sequía que se genera a lo largo de varios años de precipitaciones insuficientes provoca una pérdida total de los cultivos. En ocasiones las comunidades rurales pueden sobrellevar uno o dos períodos sucesivos de escasez de lluvias y pérdidas de cosechas y ganado, sin embargo, cuando se agotan sus reservas alimenticias y sus recursos financieros se acaban, la situación se transforma en un estado crítico.

Esta condición puede provocar una situación de inestabilidad del proceso alimentario en diferentes sectores y tener un impacto negativo en la amplia gama de

servicios. Por lo general, el sector financiero responde con una subida de precios a las pérdidas de producción de los productos agrícolas, de los procesos alimentarios, del intercambio de mercancías y del consumo de energía, lo cual acelera la inflación y estimula procesos y tendencias poco convenientes en el mundo financiero: los agricultores y productores entran en bancarrota, se retiran las inversiones y se suspenden las mejoras en las condiciones de producción.

La nutrición deficiente, que es consecuencia de la escasez de alimentos, reduce las condiciones de salud de las personas y crea condiciones propicias para brotes de enfermedades prevenibles. En México el 27.7% de la población que había en el año 2000, unos 26.9 millones de habitantes, presentaba condiciones de riesgo nutricional alto, muy alto y extremo (Del Valle, 2004). De estos, 4 millones se encontraban en el nivel extremo, con verdaderas situaciones de hambre. Los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero se

Tipo Disponibilidad	Año 2000	Año 2010	Año 2020	Año 2030
Escasez Extrema	1.9	3.5	7.2	7.8
Escasez Crítica	5.9	5.4	1.7	6.4
Baja	23.1	33.8	33.8	30.5
Media	40.3	45.9	48.1	46.1
Alta	28.8	11.4	9.2	9.2
Estrés Hídrico	7.8	8.9	8.9	14.2

Tabla 4. Porcentaje del territorio nacional de acuerdo con la disponibilidad esperada.

Disponibilidad	Año 2000		Año 2010		Año 2020		Año 2030	
	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%
Escasez Extrema	25,881,793	25.7	33,868,653	30.3	40,516,784	33.7	45,129,382	35.5
Escasez Crítica	8,838,146	8.8	7,562,797	6.8	4,620,226	3.8	15,600,706	12.3
Baja	34,769,424	34.6	41,165,586	36.9	43,823,718	36.3	35,079,819	27.6
Media	21,245,071	21.1	25,318,953	22.7	29,121,571	24.1	28,739,915	22.6
Alta	9,834,829	9.8	3,697,917	3.3	2,556,861	2.1	2,655,764	2.0
Estrés Hídrico	34,719,939	34.5	41,431,450	37.1	45,137,010	37.5	60,730,088	47.8

Tabla 5. Habitantes afectados y porcentaje del total de la población de acuerdo con la disponibilidad esperada.

Municipio	Lluvia media anual Hp media (mm)	Volumen per-cápita para lluvia media anual (m ³ /habitante)/año				Hp media menos evapotranspiración Hp disponible (mm)	Volumen per-cápita real (m ³ /habitante)/año			
		2000	2010	2020	2030		2000	2010	2020	2030
Aguascalientes	531	1,427	1,199	1,052	954	143	385	324	284	258
Asientos	438	5,826	5,524	5,463	5,590	118	1,573	1,491	1,475	1,509
Calvillo	558	10,731	10,943	11,564	12,561	151	2,897	2,955	3,122	3,391
Cosío	381	4,543	4,143	3,936	3,866	103	1,227	1,119	1,063	1,044
Jesús María	508	3,827	3,024	2,523	2,198	137	1,033	817	681	593
P. de Arteaga	493	4,402	3,903	3,594	3,411	133	1,189	1,054	970	921
Rincón Romos	478	4,513	4,088	3,844	3,725	129	1,218	1,104	1,038	1,006
Sn. J. de Gracia	518	53,618	51,374	51,066	52,290	140	14,477	13,871	13,788	14,118
Tepezala	411	5,165	5,279	5,594	6,097	111	1,394	1,425	1,510	1,646
El Llano	467	16,584	15,653	15,312	15,407	126	4,478	4,226	4,134	4,160
Sn. Fco. Romos	457	2,302	1,964	1,748	1,609	123	621	530	472	435
Estatal	503	3,267	2,806	2,508	2,312	136	882	758	677	624

Tabla 6. Volumen per-cápita esperado para cada uno de los municipios del estado de Aguascalientes.

Municipio	Periodicidad PerS (años)	Duración DS (años)	Severidad SS (años)	Intensidad IS (mm/año)	% de IS respecto a X ₀	Lluvia disponible Hp disp S (mm)
Aguascalientes	6.0	4.0	371.9	92.9	17.0	437.7
Asientos	4.8	3.0	231.9	77.3	17.0	361.0
Calvillo	4.7	2.5	227.0	90.8	16.0	466.7
Cosío	3.3	2.1	213.9	101.8	26.0	279.1
El Llano	3.6	1.9	182.8	96.2	20.0	370.6
Jesús María	4.9	2.5	249.9	99.9	19.0	408.4
Pabellón de Arteaga	5.0	2.7	256.4	94.9	19.0	398.3
Rincón de Romos	3.9	1.9	211.9	111.5	23.0	366.3
San Francisco de los Romos	4.7	2.7	238.9	88.4	19.0	368.7
San José de Gracia	4.9	2.5	257.5	103.0	19.0	414.7
Tepezala	3.3	1.9	179.0	94.2	22.0	317.1
Estatal	3.5	1.9	181.6	95.5	18.0	407.1

Tabla 7. Características de la sequía promedio de cada municipio del estado de Aguascalientes.

Municipio	Población censada (INEGI) y estimada (CONAPO) habitantes en el año				Lluvia menos evapotranspiración Hp disponible (mm)	Volumen per-cápita (m ³ /habitante)/año			
	2000	2010	2020	2030		2000	2010	2020	2030
Durango	514,799	530,767	536,123	533,115	180.0	3,512	3,406	3,372	3,391
Gómez Palacio	287,735	322,620	351,100	373,143	76.7	264	235	216	203
Guadalupe Victoria	33,347	30,704	27,832	25,032	132.8	3,055	3,317	3,660	4,069
Lerdo	118,508	135,630	150,126	161,810	82.0	1,294	1,130	1,021	947
Vicente Guerrero	20,752	21,047	20,705	19,903	129.0	2,686	2,649	2,692	2,801
Estatal	1,518,633	1,576,441	1,601,038	1,599,076	150.1	11,970	11,531	11,354	11,368

Tabla 8. Volumen per-cápita esperado para algunos municipios del estado de Durango.

encontraban en los tres primeros lugares de riesgo nutricional. Cada uno de ellos contaba respectivamente con 91, 430 y 50 municipios en situación nutricional extrema. En tanto que atendiendo a la población afectada en cada uno de estos estados, se tenían respectivamente el 36.4%, 31.9% y 20.4% del total. Además, el municipio de Metlatónoc en Guerrero, con una población de 30,039 habitantes, es quien ostentaba el índice de riesgo nutricional más alto del país. El estado de Nuevo León y el Distrito Federal tienen los mejores índices de nutrición del país (riesgo nutricional bajo).

Los problemas de seguridad alimentaria pueden provocar migraciones, por ejemplo hacia las zonas suburbanas de las ciudades. Se pueden formar así grandes asentamientos de personas desplazadas; ello, a su vez, aumenta el riesgo de brotes de enfermedades. Una preocupación clave es el adecuado suministro de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a este grupo de emigrantes, ya que el incremento de las enfermedades debilita la capacidad de la población para nutrirse con los pocos alimentos disponibles.

El problema de la sequía urbana se perfila como un problema de importante dimensión debido al agotamiento y contaminación de acuíferos y fuentes superficiales de agua que abastecen a las grandes concentraciones poblacionales. Además, la escasez de agua, que obliga a la población a utilizar aguas contaminadas, aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua.

Además, la sequía que anteriormente sólo se había asociado a problemas en la agricultura y la ganadería, tiene efectos negativos en la industria turística de un país. Los efectos escénico ambientales provocados por la vegetación seca, la ausencia de agua en los cauces de los ríos, las polvaredas, así como el impacto en las formas de vida silvestre, el riesgo de incendios forestales, la escasez de agua en los parques nacionales o recreativos tienen incidencia en la afluencia de turistas, lo que tiende a agravar la situación del sector.

Dependiendo del grado de estos efectos en la industria en general y el comercio, la economía nacional puede verse afectada gravemente por sus impactos, cuya prevención es muy importante para mantener el desarrollo sustentable y armónico del país.

Conclusiones

El Gobierno de la República ha declarado que el agua es un asunto de seguridad nacional, y lo es, ya que controla los niveles de bienestar de la sociedad.

El plan de desarrollo es la base que guía las acciones a seguir en los ámbitos económicos, sociales y políticos de un municipio, estado y país.

Las condiciones de disponibilidad del recurso hídrico deben tomarse en cuenta para la construcción de los planes de desarrollo, ya que permitirían definir en forma prioritaria las acciones a seguir para mejorar las condiciones de vida de la población. En este sentido no sólo es importante determinar cuando y cuanto llueve, sino también evaluar sus efectos en los sectores de salud, agrícola, y ganadero, además del abastecimiento urbano e industrial.

Con el conocimiento puntual de los efectos de la escasez o abundancia del recurso se pueden proponer para el segundo nuevos polos de desarrollo económico, mientras que para el primero, medidas de uso eficiente del agua. En ambas situaciones se requiere de obras de infraestructura, las cuales demandan la creación de empleos. En tanto que para el sector salud, el conocimiento de la relación agua-morbilidad permite generar fuertes campañas de prevención.

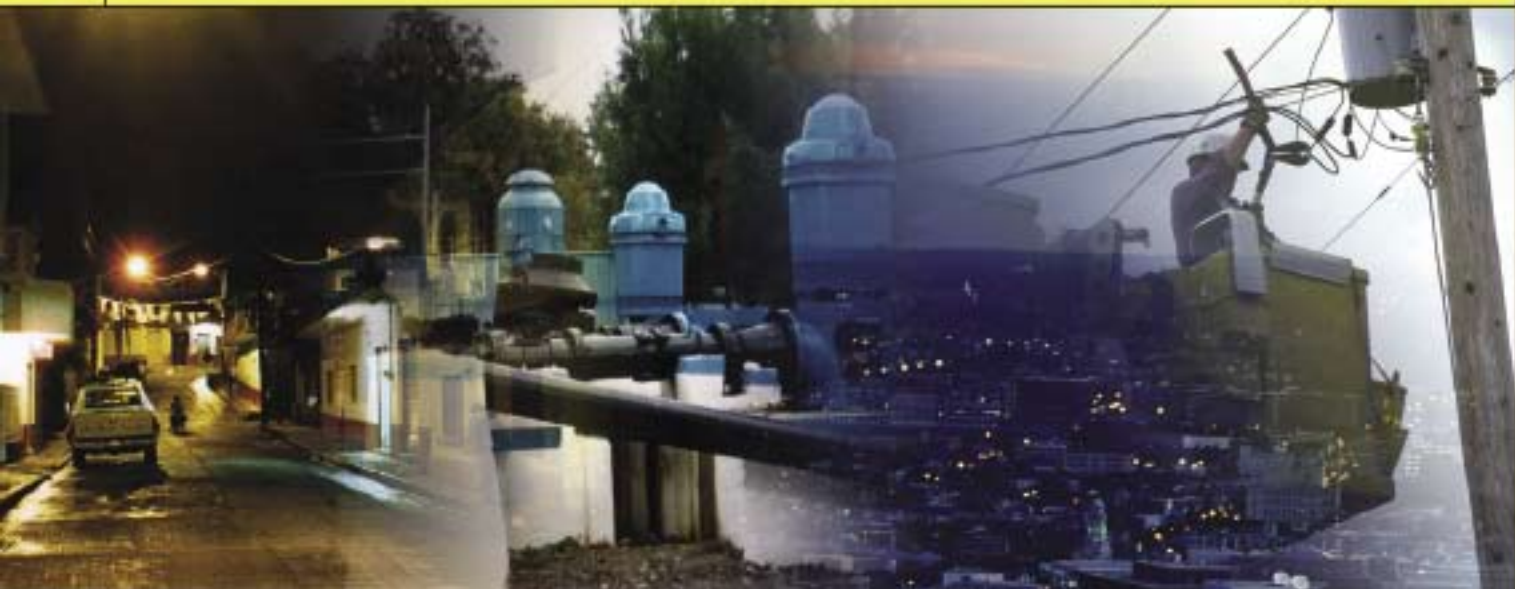
El sustentar un Plan de Desarrollo Estatal en datos duros en el ámbito municipal, permite tomar decisiones socialmente justas y políticamente correctas.

Referencias

- Del Valle, S., 2004. Padecen 27% desnutrición. Periódico Reforma-Sección Nacional. Página 13 A. Domingo 14 de marzo 2004.
- Escalante, C., y L. Reyes, 2004. Análisis de Sequías. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 1110 pp.
- Falkenmark, M., 1993. Water Scarcity: Time for Realism. *Populi*. 20(6): 11-12.
- Falkenmark, M., y C. Widstrand, 1992. Population and Water Resources: A delicate balance. *Population Bulletin*. 47(3):1-36.
- Nationmaster, 2004. Top 100 Water availability. <http://www.nationmaster.com>

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
torresesteban@terra.com.mx www.fide.org.mx

Red de Observaciones y Predicciones de Variables Oceánicas (ROPVO) en las costas y puertos del Golfo de México (GM)

Rodolfo Silva Casarin¹, Eustorgio Meza Conde², Paulo Salles Afonso de Almeida¹, Osvaldo Sánchez Zamora³, Jesús Figueroa Nazuno⁴

1. Grupo de Ingeniería de Costas y Puertos, Instituto de Ingeniería, UNAM
2. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN
3. Instituto de Geofísica, UNAM
4. Centro de Investigación en Computación, IPN

Resumen

La predicción del comportamiento de fenómenos meteorológicos y oceanográficos es de gran utilidad para la prevención de desastres y la toma de decisiones que propicien la seguridad de la población costera y el correcto desarrollo de las actividades económicas que se realizan en la costa. Con el fin de proporcionar mediciones de los niveles de marea en tiempo real, evaluar posibles perturbaciones asociadas a inestabilidades océano-meteorológicas e implementar un sistema de alerta oportuna sobre los posibles efectos por la presencia de frentes fríos y tormentas tropicales en el Golfo de México, se inició en el 2002 un sistema para la medición de las variaciones meteorológicas y del nivel del mar a lo largo de la costa de los estados de Tamaulipas y Veracruz. Esta red está asociada a la Red de observaciones oceánicas de la costa de Texas "Texas Coastal Ocean Observation Network" (TCOON), que de contar con 3 estaciones en 1989, ahora cuenta con un total de 40, conectadas a una red que proporciona mediciones de los niveles de marea en tiempo real. Este artículo presenta la propuesta general y los avances que se tienen sobre la implementación de la red de nivel del mar y meteorológica en el Golfo de México.

Importancia nacional de la zona costera

La República Mexicana cuenta con vastos recursos marítimos los cuales se distribuyen a lo largo de 13,000 km de costa. Cuenta además, con aproximadamente 3'000,000 km² de aguas territoriales y 130 lagunas costeras que cubren un área de 15,000 km². La zona marítimo-terrestre nacional abarca 167 municipios en 17 estados, con una población de aproximadamente 10 millones de habitantes. A pesar de que México es de los países con más línea de costa relativa a su superficie, el conocimiento, aprovechamiento y manejo adecuado de las costas y sus recursos en México ha sido bajo (Salles y Silva, 2004).

El desarrollo económico del país depende en buena medida de sus recursos costeros. Para ilustrar lo anterior puede señalarse que México cuenta con 97 puertos marítimos, de los cuales 64 son de altura, del total 47 están localizados en el Pacífico y 43 en el Golfo de México y Mar Caribe, además se cuenta con 18 terminales marítimas, 7 en el Pacífico y 11 en el Golfo de México y Mar Caribe. Entre terminales marítimas y puertos, 39 son del tipo comerciales, 39 pesqueros, 22 turísticos y 8 petroleros y por los cuales transita el 80% de las exportaciones nacionales; la industria petrolera es esencialmente marítima, del orden del 70% de la explotación y reservas probadas se ubican en el mar; más del 45% de la generación de energía eléctrica se realiza en plantas ubicadas en el litoral; la cantidad de visitantes extranjeros que tienen como destino principal las playas del país es superior a 6'000,000 al año, aproximadamente 65% del total.

Dadas las características físicas de la costa, tanto los recursos naturales como la infraestructura costera nacional son muy vulnerables ante la presencia de



agentes meteorológicos asociados a frentes fríos, comúnmente conocidos como “nortes”, y ante ciclones tropicales. Estos fenómenos normalmente generan fuertes vientos, grandes olas y variaciones del nivel medio del mar, tanto en mar abierto como en la costa, inundaciones asociadas a mareas de tormenta, y precipitaciones muy abundantes. Como dato indicativo, en el litoral mexicano se presentan, en promedio, 23 eventos durante la temporada anual de huracanes, comprendida entre mayo y noviembre, 14 sobre el océano Pacífico y 9 en el Atlántico; y al menos 4 penetran tierra adentro (Martínez, 2000; Silva et al., 2000). Los daños que generan estos fenómenos son cuantiosos, sirvan como ejemplos los casos de Paulina (1997) en la costa de Oaxaca y Guerrero, Opal y Roxana (1995) en el golfo de México y Gilberto (1988) sobre la costa de Quintana Roo, entre otros.

Motivación

En general, las ciencias oceánicas dependen fundamentalmente de observaciones de variables meteorológicas y oceanográficas, ya que son esenciales para responder las preguntas que se generan en todas sus disciplinas. El objetivo principal de una red de observación oceánica es la recolección sistemática de datos atmosféricos y oceánicos durante largos periodos de tiempo. Esto permite, entre otras cosas, hacer predicciones más exactas del clima, favorecer un manejo conveniente de las actividades pesqueras, hacer uso inteligente y eficiente de los recursos oceánicos no renovables y procurar el mantenimiento del ecosistema marino y la biodiversidad del océano.

En particular, la importancia de implementar una red de observaciones a lo largo de la costa y los puertos del Golfo de México, se hace evidente cuando se entiende la necesidad de preservar y proteger los recursos económicos y naturales que ahí se encuentran. El Golfo de México es un área semi-cerrada en donde tanto México como Estados Unidos realizan actividades que pueden provocar daños irreversibles o de larga duración en el ecosistema marino. La recirculación de las corrientes puede ocasionar que estos daños no sólo afecten la zona del

Golfo, sino que se extiendan a lo largo de la Costa Este de los Estados Unidos o inclusive a las Costas de Caribe. Por lo anterior, la Academia Mexicana de Ciencias y el United States National Research Council han puntualizado la importancia de compartir un sistema de observación en el Golfo de México que pueda contribuir a dar respuesta a los problemas de pesca, contaminación, biodiversidad y recirculación oceánica, importantes para ambos países.

El objetivo de la red de observación y monitoreo en el Golfo de México es preparar una base de datos con información de las condiciones oceanográficas que ahí prevalecen y ponerlas a disposición de los interesados en tiempo real a través de Internet. Esto será una fuente de información útil para una gran variedad de aplicaciones, sin embargo la meta principal de este proyecto es mejorar la eficiencia en los campos de investigación Oceanográfica y de la Ingeniería de Costas y Puertos, incrementando la colaboración entre autoridades mexicanas e internacionales, así como atender gran parte de las necesidades económicas y sociales dependientes del Golfo de México.

El sistema de observación será de gran ayuda para la navegación y las operaciones marítimas. De hecho, la comunidad marítima del Golfo y sus consumidores, necesitan reportes a corto plazo de los niveles de marea para saber cuánta carga pueden llevar o cuándo pueden zarpar, en lugar de apoyarse en predicciones astronómicas de marea obtenidas de tablas, que no incluyen efectos importantes de viento, presión y descargas de ríos, los cuales pueden llegar a ser más importantes que los efectos astronómicos. Los puertos, además, pueden apoyarse en reportes en tiempo real de las condiciones meteorológicas para poder así decidir sobre la apertura o cierre del puerto a la navegación, sobretodo cuando se presentan eventos asociados a frentes fríos o tormentas tropicales. Ésta información también ayuda en la toma de decisiones para garantizar la seguridad de otras actividades marítimas, como la exploración y perforación de pozos de petróleo y gas. De igual manera, los reportes en tiempo real de los niveles de marea se requieren para monitorear las trayectorias de huracanes o tormentas tropicales que se aproximan a la costa.

Estos sistemas pueden dar apoyo a sistemas de alerta temprana para mejorar las medidas de protección civil a lo largo de las costas del Golfo de México.

Propósito y objetivos

La meta de este proyecto de investigación es desarrollar una red de monitoreo de los niveles de marea y variables meteorológicas en tiempo real, que junto con predicciones meteorológicas, apoyen la investigación y predicción a corto plazo de los niveles de marea de tormenta durante el paso de huracanes, tormentas tropicales o frentes fríos en el Golfo de México. Toda la colección de datos obtenida del monitoreo está al alcance de las partes interesadas en un portal de Internet. Para llevarse a cabo, este proyecto se ha dividido en seis tareas con los siguientes objetivos:

- Adquirir, configurar y/o adaptar para monitoreo en tiempo real, sistemas mareográficos nuevos y estaciones meteorológicas existentes en los estados de Tamaulipas y Veracruz.
- Implementar tecnología que permita el manejo de una base de datos en tiempo real, para su almacenamiento, procesamiento y distribución a través de Internet.
- Desarrollar modelos de redes neuronales para predecir a corto plazo los niveles de marea y viento, incorporando los datos medidos por los
- Sistemas Meteorológicos tanto de México como de Estados Unidos.
- Mejorar el sistema mexicano de alerta temprana para huracanes.
- Definir los métodos de financiamiento que garanticen la operación a largo plazo del sistema, así como su expansión y actualización.
- Establecer una red de observación y predicción común con el estado de Texas y eventualmente con el resto de los estados del Golfo de México.

Estos seis objetivos se realizarán con la ayuda de un equipo multidisciplinario que cubre las distintas áreas involucradas para: el manejo y distribución de los datos (ciencia de la computación e informática); dinámica de costas y estuarios (oceanografía

física); modelación de redes neuronales (inteligencia artificial); y aplicaciones para las personas involucradas en su uso (ingeniería de costas y puertos). Es conveniente señalar que actualmente el proyecto se encuentra parcialmente terminado, con dos estaciones mareográficas en operación: el Mezquital (Foto 1) y Tampico (Foto 2), ambas en Tamaulipas, que se han implementado gracias al esfuerzo conjunto entre el Instituto Politécnico Nacional (IPN), Secretaría de Marina (SEMAR), Universidad de Texas A&M Corpus Christi (TAMUCC), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA).



Foto 1. Vista general de la Estación mareográfica el Mezquital, Tamaulipas.



Foto 2. Vista general de la Estación mareográfica Tampico, Tamaulipas.

Metodología

Red de observación meteorológica y medición del nivel del agua en tiempo real

En la Red de Observaciones y Predicciones de Variables Oceánicas en las Costas y Puertos del Golfo de México están involucradas, desde su génesis, las siguientes instituciones: Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del IPN, Centro de Investigación en Computación (CIC) del IPN, Instituto de Ingeniería (II) de la UNAM y la División de Nearshore Research de la Universidad de Texas A&M-Campus Corpus Christi (DNR-TAMUCC) por parte de Estados Unidos. Después de las primeras sesiones de trabajo, se integraron a la Red el Instituto de Geofísica (IG) de la UNAM, la SEMAR y la NOAA por parte de Estados Unidos.

La ROPVO-GM (Red de Observaciones y Predicciones de Variables Oceánicas en las Costas y Puertos del Golfo de México) está conformada por las estaciones ya existentes de la Secretaría de Marina y el Instituto de Geofísica en la zona de interés y por las 42 plataformas de recolección de datos con las que cuenta la Red TCOON, las cuales se indican en la Figura 1.

La parte mexicana cuenta con siete estaciones ubicadas en los estados de Tamaulipas y Veracruz. Cabe

mencionar que algunas de estas estaciones vienen funcionando desde tiempo atrás bajo la responsabilidad de la Secretaría de Marina y el Instituto de Geofísica de la UNAM y actualmente se están reacondicionando para tener acceso a las mediciones en tiempo real. La ubicación de dichas estaciones se presenta en la Figura 2.



Figura 2. Estaciones red de observaciones ROPVO-GM.

La Figura 3 muestra la arquitectura del sistema para la adquisición de datos en tiempo real, mientras que en las Tabla 1 y Tabla 2 se describen las características de los mareógrafos y estaciones meteorológicas de la SEMAR y del Instituto de Geofísica de la UNAM, respectivamente.

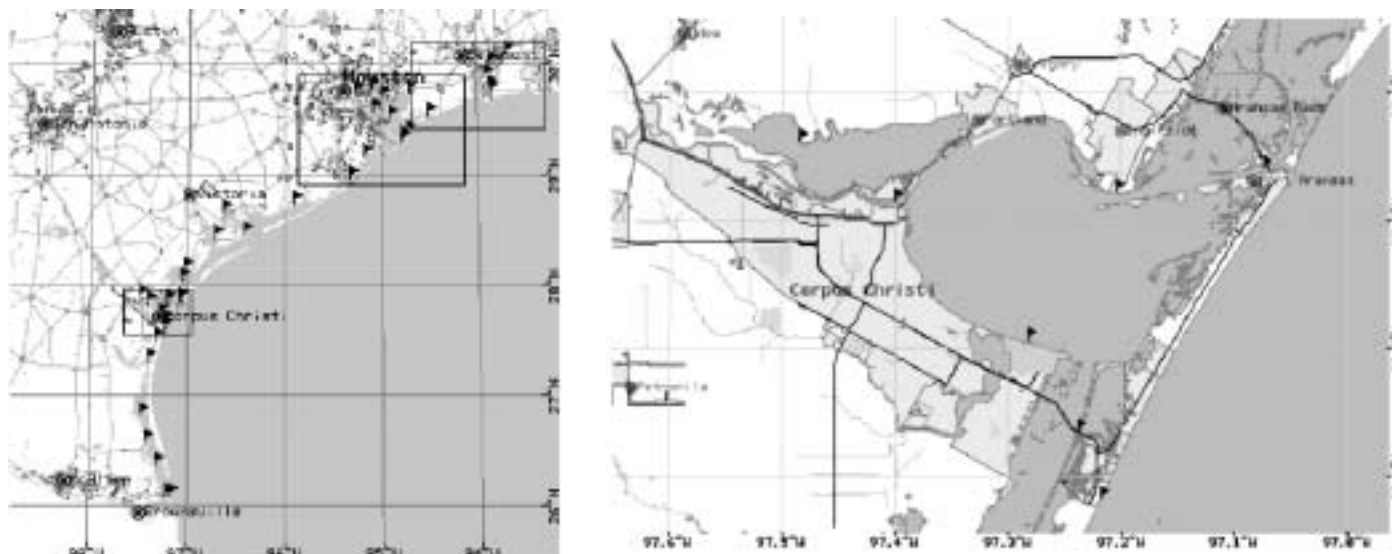


Figura 1. Estaciones red TCOON, Texas-USA, Detalle de las estaciones TCOON Galveston-Texas (TCOON, 2004).

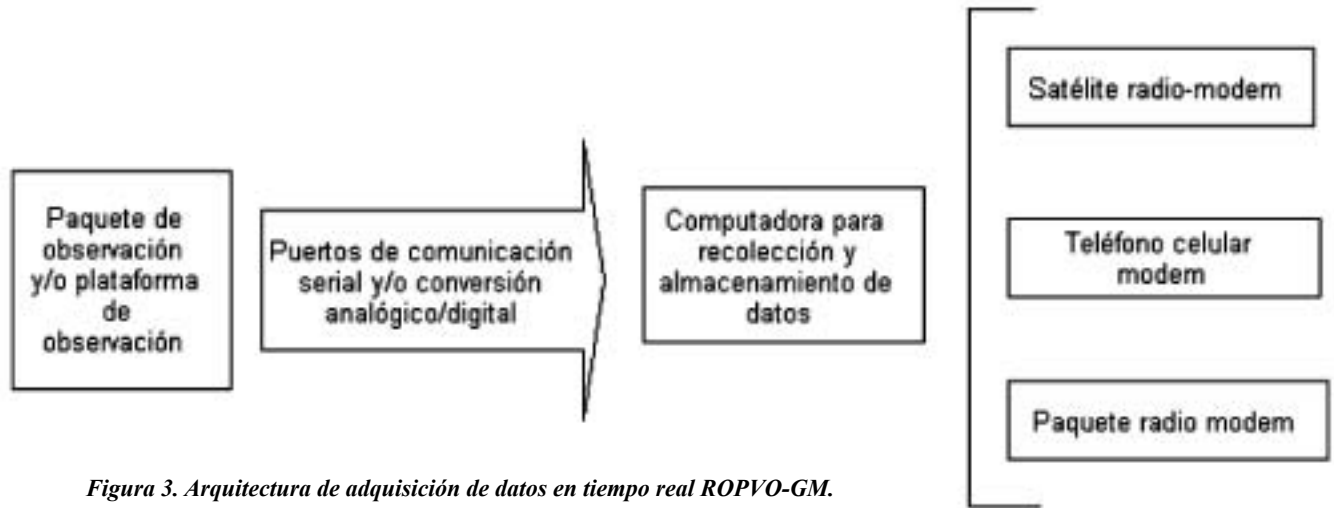


Figura 3. Arquitectura de adquisición de datos en tiempo real ROPVO-GM.

Mareógrafos					
Estación	Sensor operando	Comunicación digital	Almacenamiento de datos	Comunicación en tiempo real	Operación en tiempo real
La Pesca	Sí	Sí	Aanderaa 3634M	Satélite	No
Altamira	Sí	Sí	Aanderaa 3634M	Satélite	No
Tampico	Sí	Sí	Aanderaa 3634M	Satélite	No
Antón Lizardo	Sí	Sí	Aanderaa 3634M	Satélite	No
Estaciones Metereológicas					
Estación	Sensor operando	Comunicación digital	Almacenamiento de datos	Comunicación en tiempo real	Operación en tiempo real
Matamoros	Sí	Sí	Weather Link	Modem radio/celular	No
La Pesca	Sí	Sí	Fts Datalogger	Satélite	Sí
Altamira	Sí	Sí	Weather Link	Modem radio/celular	No
Tampico	Sí	Sí	Weather Link	Modem radio/celular	No
Tuxpan	Sí	Sí	Weather Link	Modem radio/celular	No
Veracruz	Sí	Sí	Weather Link	Modem radio/celular	No
Antón Lizardo	Sí	Sí	Weather Link	Modem radio/celular	No

Tabla 1. Descripción de estaciones de la Secretaria de Marina.

Mareógrafos					
Estación	Sensor operando	Comunicación digital	Almacenamiento de datos	Comunicación en tiempo real	Operación en tiempo real
Matamoros	No	No	No	No	No
Tuxpan	Sí	No	No	No	No
Veracruz	Sí	No	No	No	No

Tabla 2. Descripción de los mareógrafos del IG-UNAM.

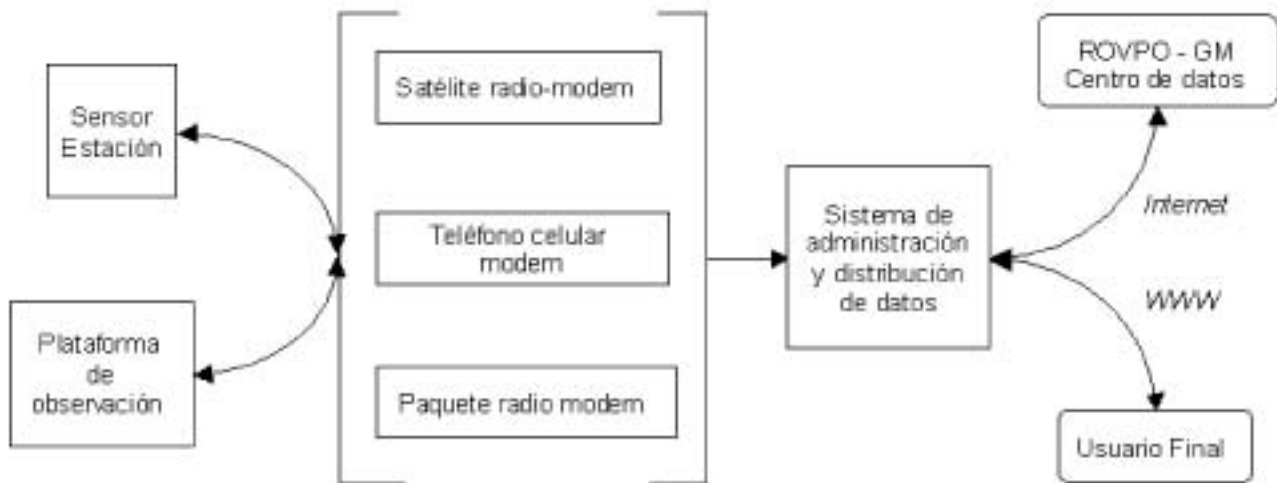


Figura 4. Estructura para el procesamiento de los datos ROPVO-GM.

Sistema de administración de base de datos en tiempo real

La información de las estaciones es enviada remotamente y el sistema de administración de la base de datos funciona en tiempo real y es capaz de

procesarlos automáticamente. La Figura 4 muestra la estructura del sistema de manejo de bases de datos en tiempo real del ROPVO-GM. Este es un sistema de administración de base de datos distribuido totalmente integrado, basado en los estándares WWW (World Wide Web). Actualmente, las dos estaciones que operan remotamente se pueden consultar en las siguientes direcciones <http://lighthouse.tamucc.edu/qc/128> para Tampico y <http://lighthouse.tamucc.edu/qc/129> para el Mezquital. Como ejemplo de parte de los resultados que se pueden consultar en estas páginas de Internet la Figura 5 muestra una serie de gráficas que representan las variaciones del nivel medio del mar y datos de desviación estándar, temperatura y voltaje que permiten realizar un control de calidad diario de la operación de la estación.

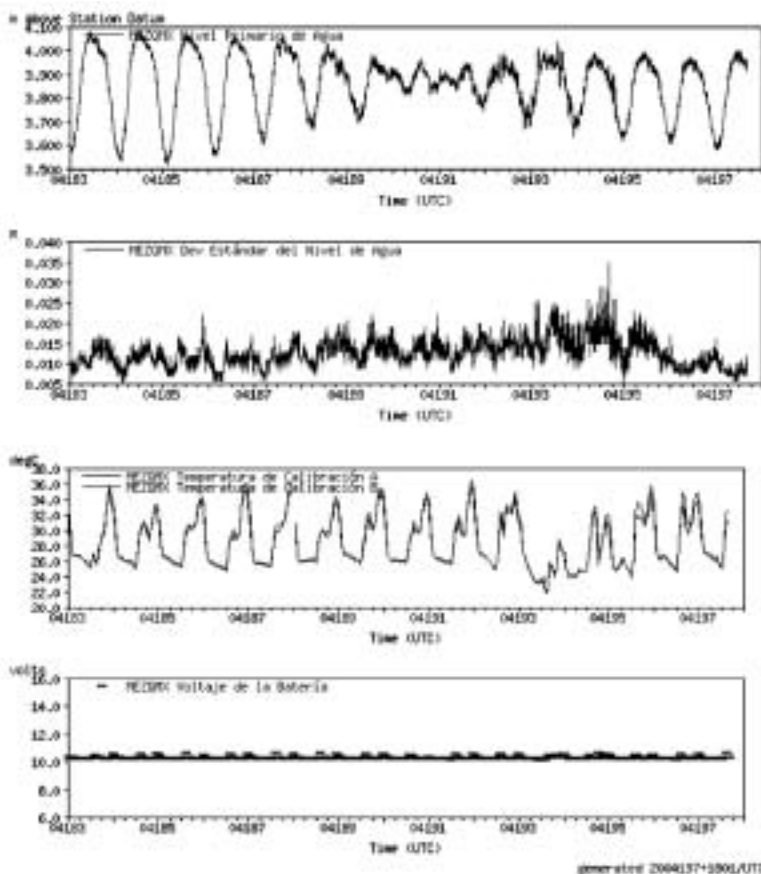


Figura 5 Ejemplo de representación gráfica de resultados para el caso de la estación mareográfica el Mezquital, Tamaulipas.

El esquema de funcionamiento de la red TCOON, el cual fue desarrollado por DNR de la TAMUCC se ilustra en la Figura 6, y se compone de las siguientes partes:

- **Adquisición de datos.** Es el subsistema responsable de recibir los datos de los sensores y las plataformas de observación.
- **Archivo de datos/decodificación.** Subsistema encargado de archivar los datos fuente y decodificarlos, revisando que no tengan errores.

- **Base de datos MySQL.** Almacena los datos una vez que han sido decodificados y han pasado por los controles de calidad de la decodificación inicial.
- **Extracción de datos.** Subsistema que provee una interfase que permite a los usuarios realizar búsquedas en la base de datos. Las interfaces de la base de datos se manejan a través de HTTP y servidores Apache.
- Los **datos finales** son presentados a través de diferentes vistas, así como de un sistema que permite al usuario final entender los datos que está viendo.

decisiones de las autoridades portuarias. Esta predicción es posible utilizando modelos numéricos para simular la hidrodinámica de aguas profundas hasta aguas someras, cercanas a la costa. Modelos como el Princeton Ocean Model (Blumberg and Mellor 1987) y el ADVance CIRCulation Model (Luettich et al. 1992) se han utilizado con éxito en muchos proyectos donde la hidrodinámica costera ha sido de interés. Sin embargo, los resultados de estos modelos son apenas una rústica aproximación a la realidad, principalmente a causa de la incertidumbre implícita en datos de entrada de los modelos.

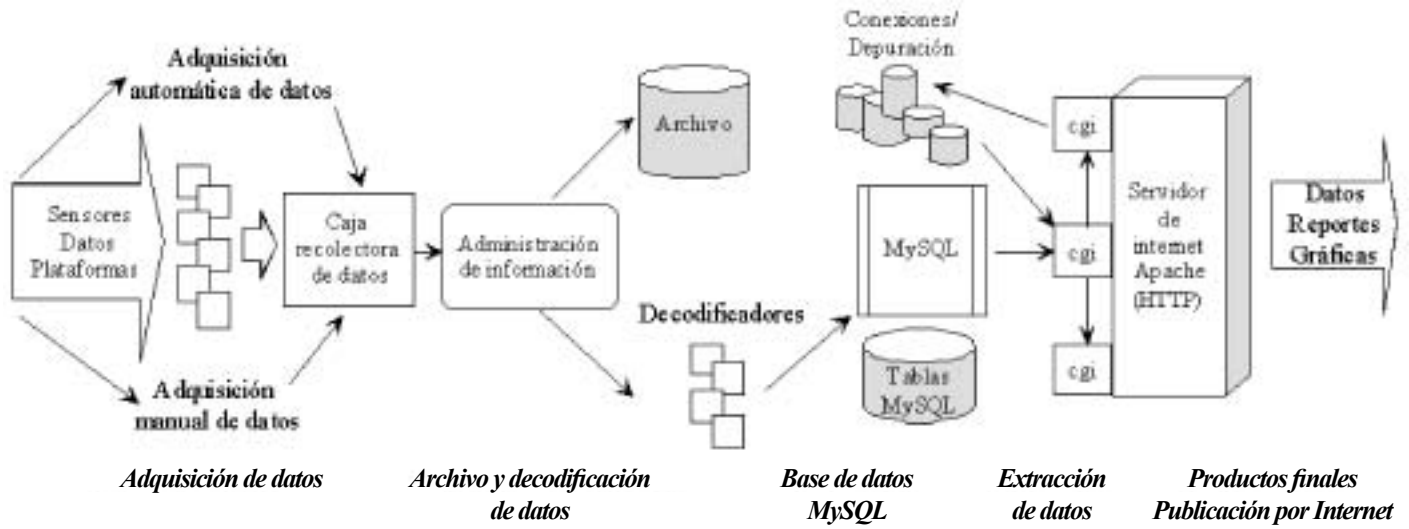


Figura 6. Arquitectura de la red TCOON.

El sistema ROPVO-GM tendrá tres centros de almacenamiento-análisis-distribución los cuales estarán dotados con computadores nodos, y se localizarán en el CICATA-IPN en Altamira, Tamaulipas, en el II-UNAM y en la oficina central de la SEMAR, ambos en la ciudad de México. Estos tres nodos conforman la red ROPVO-GM del suroeste del Golfo de México, y junto con el nodo ubicado en TAMUCC, en Texas, integrarán la red ROPVO-GM del oeste del Golfo de México.

Modelo de redes neuronales para la predicción del nivel del agua

La predicción de los cambios en el nivel del mar es una herramienta importante para los sistemas de alarma temprana en la zona costera y para la toma de

Los datos de entrada para este tipo de modelación varían dependiendo de: 1) la batimetría de toda el área de interés para establecer las condiciones de frontera, 2) los coeficientes de fricción y viscosidad, 3) las condiciones de viento durante toda la simulación y 4) las fuerzas actuantes. Como se puede ver, este tipo de modelación requiere de grandes recursos computacionales, motivo por el cual, entrenar una Red Neuronal con una base de datos obtenida del monitoreo en tiempo real es una excelente opción.

Las Redes Neuronales son de gran aplicación en el campo de la oceanografía, la meteorología, la hidrología y la ingeniería costera, así como en la predicción de mareas. Tsai y Lee (1999) usaron Redes Neuronales para hacer predicciones de una hora sobre la variación de los niveles de marea, en ausencia



de eventos meteorológicos importantes. Krasnopolsky et al. (2000) demostró que las Redes Neuronales mejoran la eficiencia computacional de los modelos de tercera generación.

Uno de los motivos centrales para implementar el modelo de predicción de mareas bajo el concepto de redes neuronales se debe, principalmente, a que actualmente la predicción de mareas tradicional no toma en cuenta las variaciones del nivel del mar asociadas a fenómenos meteorológicos. En la Figura 7 se puede apreciar que en algunas zonas existe una considerable diferencia entre la marea real y la astronómica.

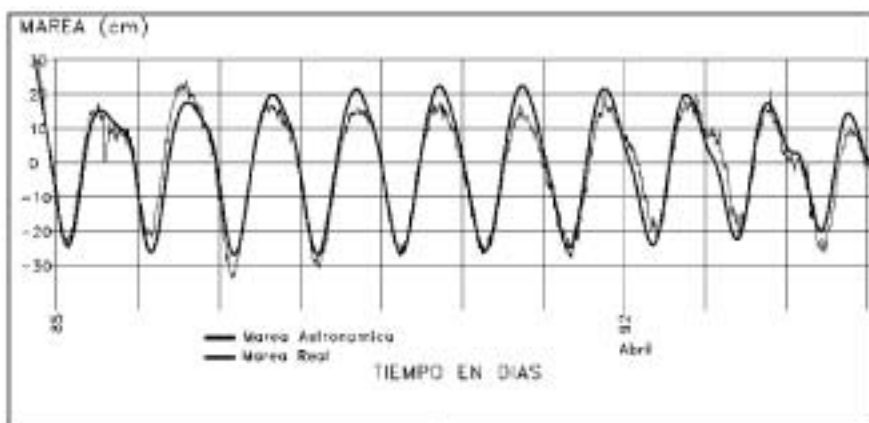


Figura 7. Comparación entre la marea astronómica y la marea real para la estación mareográfica el Mezquital, Tamaulipas.

Sistema de alerta temprana para huracanes

La predicción de las variables oceánicas es de gran importancia, sobre todo cuando éstas tienen un impacto importante en los procesos costeros y en las actividades económicas, tales como la navegación, la pesca, extracción de crudo costa afuera, turismo, actividades en puertos y marinas. En las últimas décadas la influencia del océano sobre los fenómenos atmosféricos ha sido estudiada más a fondo, con la finalidad de predecir fenómenos tales como la variación en la temperatura atmosférica, precipitaciones, inundaciones, tormentas, corrientes y olas. De hecho, el daño que causan los ciclones tropicales y los frentes fríos en las costas mexicanas ha sido parte importante en la historia del país. La combinación de los fenómenos mencionados, en particular el oleaje

y el viento provocados por tormentas, así como el incremento en los niveles de marea, representan un gran riesgo para la población que habita en la zona costera. Varios estudios señalan que a pesar del crecimiento de los asentamientos humanos y las actividades en la zona costera, los daños que puedan causar la presencia de huracanes en la zona puede reducirse considerablemente si existen medidas adecuadas de prevención y mitigación.

En la actualidad, debido a la complejidad de los procesos oceanográficos y las limitantes computacionales, las aproximaciones de los modelos numéricos para entender y predecir la interacción atmósfera-tierra-océano, son sólo una simplificación de la realidad, mientras que el campo de la medición y la observación, únicamente da una idea del fenómeno que ya ocurrió, sirviendo solamente para calibrar los modelos ya existentes.

Por lo anterior, este proyecto pretende mejorar la predicción en las variaciones de los niveles de marea de tormenta de una manera rápida y relativamente económica conjuntando la medición y las observaciones con los modelos numéricos, y así proporcionar herramientas para la toma de decisiones para prevención y mitigación de desastres. Para estimar las áreas de inundación, se implementará un modelo hidrodinámico en dos dimensiones en cada área de interés.

Conclusiones

Con el proyecto ROPVO-GM se pretende contribuir a superar la gran deficiencia de datos oceanográficos que existe en nuestro país. Es necesario contar con este tipo de información cuando se desean realizar obras de infraestructura o alertar a la población sobre un fenómeno meteorológico que se aproxima a la costa. La red ROPVO-GM permitirá contar con mediciones precisas tanto de niveles de marea, como de todos los datos que puedan recolectarse en una estación meteorológica

Una vez implementado el ROPVO en el Golfo de México se tendrá experiencia importante para implementar un sistema similar en el Pacífico Mexicano, y se podrán aplicar estos mismos conocimientos para la creación de una red que pueda aplicarse a las variables meteorológicas presentes tierra adentro, y de esta manera hacer predicciones sobre inundaciones por avenidas en ríos.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el patrocinio brindado para la realización del proyecto # 39382-U "Red de Observaciones y Predicciones de Variables Oceánicas en las Costas y Puertos del Golfo de México" y a las instituciones participantes: CICATA-IPN, CIC-IPN, II-UNAM, IG-UNAM, SEMAR, DNR-TAMUCC y NOAA.

Referencias

- Babovic, V., Canizares, R., Jensen, H., and Klinting A., 2001. "Neural networks as routine for error updating of numerical models". *J. Hydr. Engrg* Vol. 127, No. 3, 181-193 pp.
- Bautista, G., Silva, R. y Salles, P. 2002 "Predicción de marea de tormenta generada por ciclones tropicales. *Revistas de Ingeniería Hidráulica*.
- Blaha, J. P., Born, G. H., Guinasso, N. L., Herring, H. J., Jacobs, A. G., Kelly, F. J., Leben, R. R., Martin, R. D., Mellor, G. L., Niiler, P. P., Parke, M. E., Patchen, R. C., Schaudt, K., Scheffner, N. W., shum, C. K., Ohlmann, C., Struges, W., Weatherly, G. L., Webd, D., and White H. J. 2000. "Gulf of Mexico Ocean Monitoring System". *Oceanography*. Vol. 13, No. 2, 10-17 pp.
- Blumberg, A., and Mellor, G., 1987. "A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model. In N. Heaper (Ed), *Three dimensional coastal models*, 1-16 pp. American Geophysical Union.
- Campos, M., Silva, R., de la Luz, y Cerame, J., 2000 "A geographical information system for integrated management of Mexican coastal zones". *Management Information System 2000*. WIT Press. Vol. 1, Sec. 2, 145-154 pp.
- Contreras, A., Silva, R., y Díaz, G. 2000. "Development of a M.I.S. for the prevention of Hurricane damage on the Mexican coast". *Management Information System 2000*. WIT Press. Vol. 1, Sec. 2, 145-154 pp.
- Cox, D., Guannel, G., Tissot, P., and Nam, Y., 2000. "A geographical information system for integrated management of Mexican coastal zones". *Management Information System 2000*. WIT Press. Vol. 1, Sec. 10, 471-480 pp.
- Cox, D., Tissot, P., and Michaud, P., 2002. "Water level observation and short term-predictions including meteorological events for the entrance of the Galveston Bay, Texas". *J. Waterway, Port, Coast and Ocean Eng.* Vol. 128, No. 1. 21-29 pp.
- Díaz Hernández Gabriel 2001, "Análisis de vulnerabilidad por presencia de huracanes en el litoral de la Península de Yucatán". Tesis de maestría. Facultad de Ingeniería. UNAM, Junio 2001.
- Glenn, S., Dickey, T. D., Parker, B., and Boicourt, W., 2000. "Long-term real-time coastal ocean observation networks". *Oceanography*. Vol. 13, No. 1, 24-34 pp.
- Hshieh, W., and Tang, B. 1998. "Applying neural networks to prediction and data analysis in meteorology and oceanography". *Bul. Am. Met. Soc.* Vol. 79, No. 9, 1855-1870 pp.
- Krasnopolsky, V.M., W.H. Gemmill, and L.C. Breaker, 2000. "A neural network multi-parameter algorithm for SSM/I ocean retrievals: comparisons and validations", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 73, pp. 133-142.
- Luetlich, R.A., Jr., J.J. Westerink, and N.W. Scheffner, 1992. "ADCIRC: An advanced three-dimensional circulation model for shelves coasts and estuaries; Report 1, Theory and methodology of ADCIRC-2DDI and ADCIRC-3DL", *Dredging Research Program Technical Report DRP-92-6*, U.S. Army Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- Martínez, E., 2000. "Análisis de vulnerabilidad por presencia de huracanes en la costa del estado de Guerrero", Tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Pág. 84.
- Salles, P. & Silva, R. 2004. Capítulo 13 "Infraestructura de protección costera" del libro "El Manejo Costero en México". Editores Rivera, E., Villalobos, G., Rosado, F. & Azuz, I. EPOMEX, México. 15 pp. (En proceso de edición).
- Silva R, Díaz G., Contreras A., Bautista G., Sánchez C., 2000 "Determination of oceanography risk for hurricanes on the Mexican Coast", 6th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting, Pág. 137-160.
- Tsai, C.-P. and Lee T.-L. 1999. "Back-Propagating neural network in tidal-level forecasting" *J. Waterway, Pot, Coast and Ocean Eng.* Vol. 125, No. 4, 195-202 pp.
- TCOON, 2004. Sitio de internet de la "Texas Coastal Ocean Observation Network" <http://lighthouse.tamucc.edu/TCOON/HomePage>.

Los recursos hídricos en las cuencas transfronterizas de México con los Estados Unidos

Polioptro F. Martínez Austria
Gerente de la Unidad de Asuntos Fronterizos
Comisión Nacional del Agua

Las fronteras han cambiado de naturaleza, y con ellas los fundamentos tradicionales del orden internacional, ahora ya perturbado. ... Nos corresponde a nosotros, en América Latina, Europa, en todos los continentes, inventar juntos un nuevo espíritu de frontera.

Dominique de Villepin
Canciller de Francia

Antecedentes

Durante los años recientes la problemática del agua en el mundo ha ido en aumento. Con cada vez mayor frecuencia se le cita como uno de los problemas de mayor envergadura que habrá de enfrentar el ser humano en los próximos años. México no es la excepción y en particular han llamado la atención del público las dificultades ocasionadas por la sequía en la región norte de México, y las consecuentes dificultades que ello ha ocasionado con algunos usuarios del agua en México y en los Estados Unidos.

Esta atención global al problema del agua se ha traducido, entre otras actividades, en la realización de foros mundiales y en la creación de organizaciones internacionales. Se pueden citar como las más relevantes la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, celebrada en Mar del Plata en 1977; la adopción de la década 1981-1991 como la “Década internacional del agua potable y el saneamiento”, la Conferencia de Dublín sobre Agua y Medio Ambiente, en la que se definieron los Principios de Dublín y, más recientemente, los tres Foros Mundiales del Agua, realizados en Marruecos, La Haya y Kyoto. Asimismo, se han creado la Asociación Mundial del Agua (WWP, por sus siglas en inglés) y el Consejo Mundial del Agua (WWC, por sus siglas en inglés)

En el mundo, las cuencas transfronterizas, contrariamente a lo que podría pensarse, no son una ex-

cepción. Cubren el 45% de la superficie de la tierra, y en ellas vive el 40% de la población de nuestro planeta. El 60% del caudal total de los ríos, escurre en cuencas transfronterizas.

Uno de los principales retos de los habitantes de cuencas transfronterizas es la creación de una visión común de la cuenca (COLMEX-CNA, 2003). En este contexto, el conocimiento de la dinámica y situación actual de los recursos hídricos en la frontera entre México y los Estados Unidos conducirá a una mejor comprensión de las limitaciones y oportunidades que la exigua disponibilidad de este recurso ofrece a ambos países, y será de gran utilidad para los ciudadanos de esa importante y dinámica región del mundo. Asimismo, esta experiencia puede ser de utilidad para la solución de los problemas de gestión del agua en otras cuencas transfronterizas del mundo.

El propósito de este texto es presentar de manera sucinta el estado de los recursos hídricos en las cuencas transfronterizas México - Estados Unidos; los Tratados, Convenciones, Actas y otros instrumentos jurídicos y de cooperación que ambas naciones se han dado; los avances que han representado hacia la gestión sustentable del recurso y, finalmente, las estrategias que han de seguirse en el futuro inmediato.

Marco general

La frontera de México con los Estados Unidos de América, una de las más largas del mundo entre dos naciones, tiene una longitud de 3,152.9 km, desde el Océano Pacífico hasta al Golfo de México. Se ha definido la región fronteriza como una franja de 100 km de ancho en ambos países. En esta amplia región se ubican varias cuencas transfronterizas, las más grandes, las de los ríos Colorado y Bravo, pero también las de los ríos Tijuana, Nuevo, Yaqui y Nogales, entre otros más pequeños, como se muestra en la figura 1.

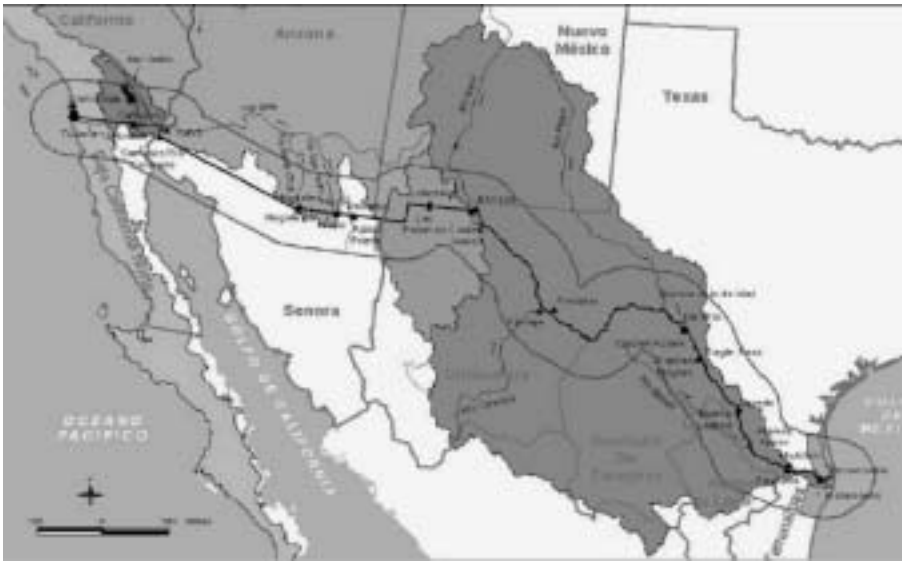


Figura 1. Cuencas Transfronterizas México – Estados Unidos.

La frontera de México está integrada por seis estados: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; y en ellos quedan comprendidos 81 municipios fronterizos. La frontera de los Estados Unidos comprende los estados de California, Arizona, Nuevo México y Texas; y en ellos quedan comprendidos 25 condados. La población de la zona fronteriza en el año 2000 era de 10.6 millones de habitantes, la mayoría de ellos, el 72%, habita en 14 pares de ciudades vecinas (conocidas como ciudades hermanas) a ambos lados de la frontera.

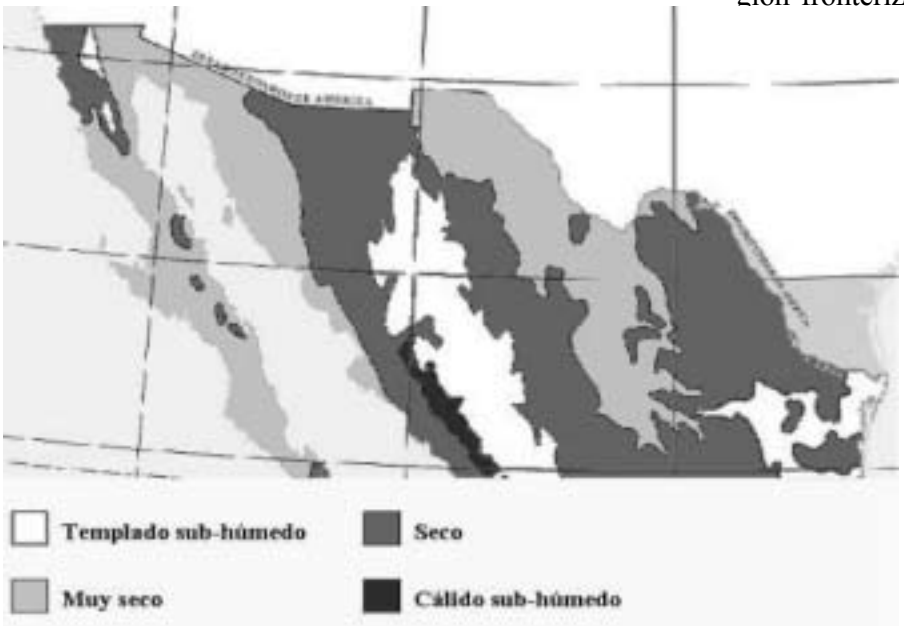


Figura 2. Clima en la región fronteriza. (CNA, 2000)

El clima de la región, como se muestra en la figura 2, es marcadamente árido, clasificado como seco y muy seco; salvo la región costera en la desembocadura del río Bravo, y el final del delta del río Colorado, que se clasifican como templado subhúmedo.

La frontera entre México y los Estados Unidos, tiene una importante dinámica poblacional y económica, que se ha acelerado en los años recientes, impulsada por el comercio entre ambos países. En 1970 habitaban en la franja mexicana 2 millones de habitantes, y en el año 2000 esa cifra ya era superior a 5 millones de habitantes. La población actual estimada, en el lado mexicano es de 7 millones de habitantes, el 7.3% de la población nacional, y en el 2025 se espera que la población alcance 13.9 millones de habitantes, el 10.6% del total nacional. El crecimiento poblacional medio es de 3% anual, superior al promedio nacional, pero en algunas ciudades ha alcanzado valores mucho más altos. Así, la tasa de crecimiento de Tijuana es de 3.46%, la de Nogales de 3.34% y la de ciudad Acuña, de 4.77%.

La mayor parte de la población mexicana en la región fronteriza se ubica en zonas urbanas. El 90% de la población habita en 23 ciudades, la mayor parte en las citadas 14 ciudades hermanas. Las principales del lado mexicano son Ensenada, Tijuana, Mexicali y Tecate, en Baja California; San Luis Río Colorado y Nogales, en Sonora; Ciudad Juárez, en Chihuahua; Ciudad Acuña y Piedras Negras en Coahuila; Sabinas Hidalgo, en Nuevo León; y Matamoros, Reynosa, Nuevo Laredo y Río Bravo en Tamaulipas.

En lo económico, los estados fronterizos contribuyen, según cifras de 1999, con el 23.34% del PIB nacional, y en ellos se observa un crecimiento promedio, en el periodo 1994-2000, de

4.5%; el más alto del país. Es también en la región norte donde se registra el mayor ingreso per cápita. Alrededor del 78% de la industria maquiladora se asienta en los estados de la región norte.

A su vez, la mayor parte del PIB fronterizo se concentra en tres estados: 40% en Baja California, 23% en Chihuahua y 20% en Tamaulipas.

Este crecimiento demográfico y económico ha significado una enorme presión sobre los recursos naturales de la región.

Recursos hidráulicos

Para su administración, la Comisión Nacional del Agua dividió a la República Mexicana en trece regiones hidrográficas. La zona fronteriza se ubica en las regiones I Baja California, II Noroeste y VI Río Bravo. A pesar de ser las regiones más extensas, y tener una baja densidad de población, la disponibilidad de agua por habitante es de las más bajas, como se muestra en la figura 3. En la cuenca del Río Bravo y en Baja California, la disponibilidad ya se clasifica como de escasez,

lo que se agravará si se considera que la población en la frontera se duplicará en veinte o veinticinco años, disminuyendo por este solo hecho a la mitad de su valor actual, es decir a 700 y 640 m³ en veinte y veinticinco años, pasando entonces a la clasificación de escasez severa.

La precipitación media anual de la región fronteriza es reducida y disminuye del Golfo de México hacia el poniente, de 600 mm en la cuenca del Río San Juan, 514 mm entre las presas internacionales, 392 mm en parte de la cuenca del Río Salado, 630 mm en la cuenca del Río Conchos, 391mm en Sonora y de sólo 264 mm en Tijuana-Mexicali-San Luis Río Colorado.

Debido a las muy bajas precipitaciones en la región fronteriza de Baja California, el abastecimiento para los diversos usos depende totalmente de las aguas del Río Colorado, reguladas por el Tratado de 1944, como se verá más adelante; y de los acuíferos de la región, que se encuentran ya sobreexplotados (CNA, 2000).

En el caso del Río Bravo, la disponibilidad de nuestro país depende de los escurrimientos en la cuenca del lado mexicano. En la figura 4 se muestran las curvas de igual precipitación para la cuenca del Río Bravo. Como puede verse, en la desembocadura se registran precipitaciones del orden de los 680 mm anuales, cercanas a la media nacional que es de 777 mm anuales. Sin embargo, esto ocurre sólo en la delgada región de la costa, mientras que en Chihuahua y Coahuila los valores típicos son de 350 mm anuales, y aún menores.

Adicionalmente, la cuenca del Río Bravo registra sequías recurrentes, con una periodicidad de alrededor de diez años. Las tres principales sequías ocurrieron entre 1948 y 1954; entre 1960 y 1964; y la que se registra

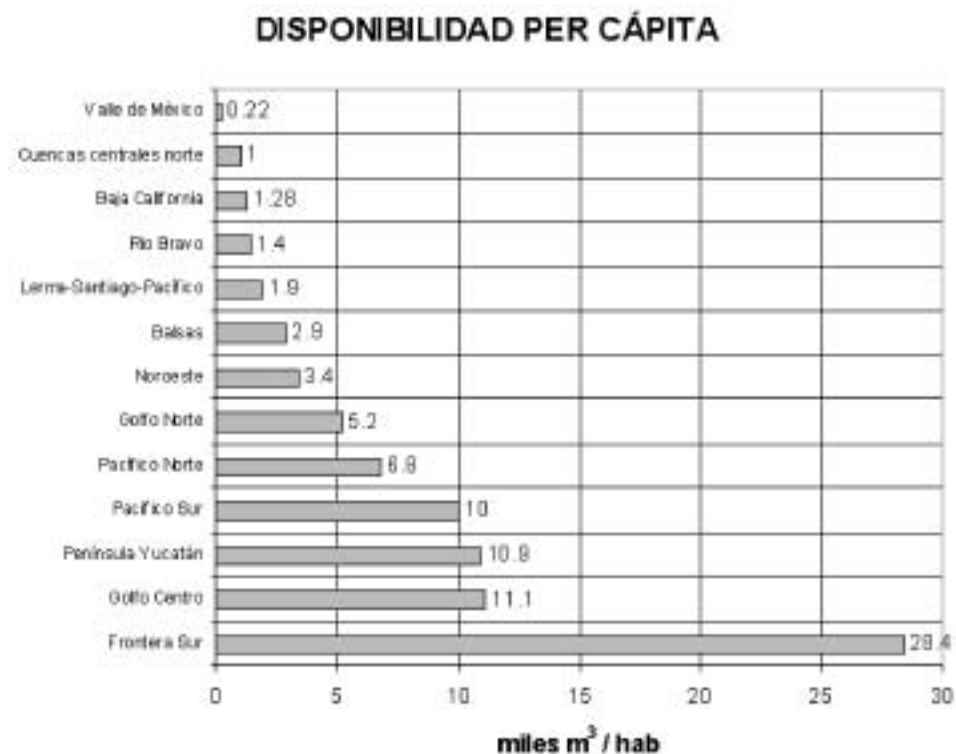


Figura 3. Disponibilidad por habitante.

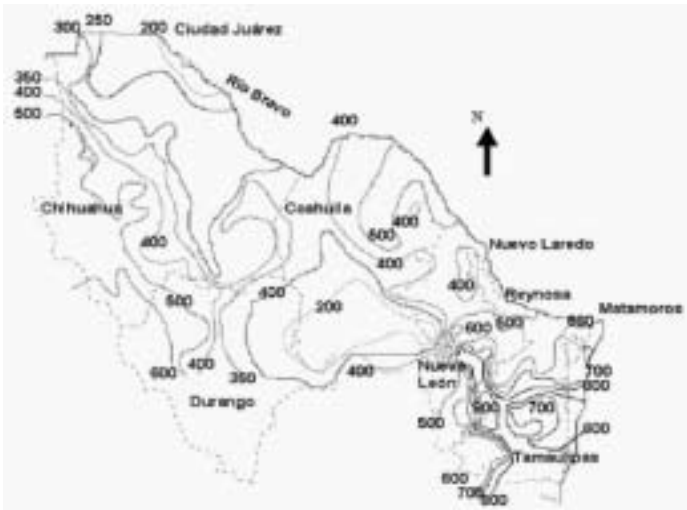


Figura 4. Líneas de igual precipitación en la cuenca del río Bravo.

rios de cinco años, lo que se traduce en un volumen promedio anual de 431.7 mm³.

Ocasionalmente penetran en la región huracanes, tormentas y depresiones tropicales, que no obstante influyen de manera importante en la disponibilidad de volúmenes de agua. Estos fenómenos hidrometeorológicos llegan a producir inundaciones locales, producidas por el desbordamiento en crecientes extraordinarias. Las zonas en donde se tiene mayor incidencia son la cuenca media y baja del Río Bravo y sus principales afluentes que son los ríos Conchos, Alamo y San Juan. Sus efectos nocivos se ven incrementados por los asentamientos irregulares en los cauces, que la población no percibe como áreas de peligro, debido a la baja recurrencia de estos fenómenos.

actualmente, y que inició en 1993. Las sequías tienen efectos cada vez más deletéreos en la región, afectando sobre todo a las actividades agrícolas. Generan desempleo e incrementan la migración, tanto a las ciudades principales de la región, como hacia los Estados Unidos. Son también causa de conflictos entre los usuarios, en el clásico esquema en que los de aguas abajo se consideran afectados por el uso de los de aguas arriba. En el caso del Río Bravo, la sequía más reciente ha ocasionado la disminución drástica de la superficie cosechada en los distritos de riego de la cuenca mexicana, que en el periodo 1993-2001 se redujo a un promedio de sólo 61%, como se muestra en la tabla 1 (Rodríguez Tirado, 2002).

Por lo que hace a los recursos hidráulicos subterráneos, éstos se encuentran sobreexplotados en las regiones más habitadas, como se muestra en la figura 5. Destacan por su situación crítica el acuífero del Valle de Mexicali, que se utiliza principalmente para fines de riego (77% de la extracción) y que tiene un déficit de 400 mm³ anuales (CNA, 2000), y el acuífero del Valle de Juárez que registra un déficit de 20 mm³ anuales y que es la única fuente de abastecimiento de esta importante ciudad. En la región fronteriza de Chihuahua, adicionalmente, se observan problemas de calidad de las aguas subterráneas, aunque tolerables para el consumo humano: de salinidad (parcial) en el acuífero de Conejos – Médanos, identificado como fuente potencial para Ciudad Juárez, y de salinidad con presencia de nitratos en el acuífero del Valle de Juárez (CNA, 2000).

Adicionalmente, la cuenca mexicana del Río Bravo está comprometida a proporcionar a los Estados Unidos un volumen de 2,158 millones de metros cúbicos en pe-

DISTRITO	Promedio de superficie cosechada (hectáreas)		Porcentaje de superficie cosechada 1993-2001 (respecto a 1992)
	Hasta 1993	1993-2001	
005 Delicias	87,205	46,146	53
103 Río Florido	6,269	4,447	71
090 Bajo Río Conchos	5,819	3,944	69
004 Don Martín	19,726	7,370	37
025 Bajo Río Bravo	189,518	127,754	67
Suma	308,537	189,710	61

Tabla 1. Efectos de la sequía en la superficie cosechada en los distritos de riego del río Bravo.



Figura 5. Balance cualitativo de aguas subterráneas (CNA, 2000).

En la región fronteriza de Tamaulipas no se observa ningún acuífero sobreexplotado. No obstante, la calidad del agua subterránea en esta región es mala, pues contiene altos contenidos de sólidos disueltos, es decir se trata de aguas salobres, que requerirían para su uso de desalinización previa.

Usos del agua

La demanda total en la región fronteriza es de 11,528 mm³ anuales, contra una disponibilidad media de 9,159 mm³ anuales. Este balance deficitario ocasiona sobreexplotación del agua subterránea, y disminuciones en las superficies cosechadas, como se ilustró en la tabla 1 para los distritos de riego del Río Bravo.

El 92% de la demanda corresponde al uso agrícola, el 7% al uso público urbano, y el 1% restante a otros usos. Es importante anotar que la relación uso agrícola-urbano es superior al promedio nacional 76%-24%, y al promedio mundial 69%-31%, lo que plantea una competencia, cada vez mayor, entre los diversos usos.

Mediante un análisis estadístico, se determinó que la disponibilidad media de agua superficial corresponde a una probabilidad del 44%. Con esta probabilidad, las demandas no se satisfacen totalmente. El uso que mayor afectación recibe, por ser el que demanda el 92% del agua, es el agrícola. En estas condiciones el déficit en el sector agrícola alcanza un volumen total de 2,831mm³/año, lo que representa el 25% de la demanda total.

Analizando, como referencia lo ocurrido en el año 2000, uno de los de sequía más severa, se puede apreciar el efecto de este extremo meteorológico en los acuíferos. Por ejemplo, en la región de Baja California y Sonora, la demanda satisfecha alcanzó 3,270 mm³/año en Baja California y 1,082 mm³/año en Sonora, que es mayor a la disponibilidad en sus recursos hídricos, 2,821 mm³/año y 1,004 mm³/año, respectivamente. La diferencia se explica por la sobreexplotación de los acuíferos de la región.

En la región fronteriza, el 57% abastecimiento proviene de aguas superficiales, 4,981 mm³/año, y el 43% de fuentes subterráneas, 3,717 mm³/año. Estos porcentajes se comparan desfavorablemente con los promedios nacionales, donde el 65% es de origen superficial y el 35% es de origen subterráneo.

En el sector agrícola, existen 826 mil hectáreas de riego dentro de la frontera norte, de las cuales, 633 mil, que representan el 77%, corresponden a los diez distritos de riego ubicados en la región y cerca de 193 mil hectáreas son unidades de riego, que se distribuyen en 17 distritos de desarrollo rural.

A pesar del grave problema de disponibilidad, las eficiencias en el uso agrícola son muy bajas. Se estima que la eficiencia global oscila entre el 35% y 40%. Actualmente se llevan a cabo diversas acciones para mejorar estas eficiencias, destacando el programa de modernización de los distritos de riego del Río Conchos, que con inversiones de alrededor de 140 millones de dólares se propone llegar a eficiencias globales del 65%.

En el uso público urbano, desde 1996 se han llevado a cabo importantes inversiones, muchas de ellas en conjunto con el gobierno de los Estados Unidos de América, lo que ha permitido alcanzar niveles de cobertura de servicios superiores a los promedios nacionales, como se muestra en la tabla 2 para las principales ciudades fronterizas.

CIUDAD	COBERTURAS (%)		
	Agua Potable	Alcantarillado	Saneamiento
Ensenada	98.0	78.0	97.0
Tijuana	96.0	76.0	93.6
Tecate	99.0	83.3	92.8
Mexicali	98.0	94.0	56.6
San Luis Río Colorado	96.0	37.0	0.0
Heróica Nogales	85.0	79.0	97.0
Agua Prieta	90.0	70.0	90.4
Juárez	90.0	80.0	92.8
Ciudad Acuña	92.0	73.0	32.0
Piedras Negras	99.0	86.0	75.4
Nuevo Laredo	95.0	85.0	100.0
Reynosa	95.0	71.0	99.9
Cd. Río Bravo	95.0	80.0	0.0
Heróica Matamoros	83.0	67.0	0.0

Tabla 2. Cobertura de servicios en las principales ciudades fronterizas.

También en las ciudades uno de los principales retos es el uso eficiente del agua, aunado a la necesidad de fortalecimiento de los organismos operadores, muchos de los cuales tienen bajas eficiencias comerciales.

Tratados y cooperación internacional

Las aguas de los principales ríos de la región fronteriza, el Río Colorado, el Río Bravo y el Río Tijuana, están regidas por la Convención de 1906 y el Tratado de Límites y Aguas de 1944, ambos firmados por los gobiernos de México y de los Estados Unidos. Adicionalmente, como parte de lo establecido en el propio Tratado de 1944, se han firmado diversas Actas, que instrumentan y apoyan lo establecido en ese documento.

El aprovechamiento de las aguas del Río Colorado está regido completamente por el Tratado de 1944, que también se refiere al Río Tijuana; mientras que las aguas del Río Bravo entre México y los Estados Unidos están regidas por la Convención de 1906, y por el Tratado de 1944.

La Convención de 1906

En 1906, y tras acres conflictos entre los usuarios de la parte alta del Río Bravo, en los estados americanos de Colorado y Nuevo México; y los usuarios de la parte media, entre ellos Texas y México, se firma en 1906 la Convención para la Equitativa Distribución de las Aguas del Río Grande. Para México, el punto más importante de la Convención de 1906 es el reconocimiento, más bien implícito, de los derechos de riego de los usuarios del estado de Chihuahua, y se acuerda la concesión de un total de 74 millones de metros cúbicos

anuales que se entregarían arriba de Ciudad Juárez en la Acequia Madre (DOF, 1907). Este recurso está asignado al riego de los terrenos aledaños a Ciudad Juárez.

A pesar de que Estados Unidos tardó diez años en iniciar la entrega de las aguas al Valle de Juárez, debido a la construcción de nueva infraestructura, desde 1916 la Convención se ha cumplido puntualmente, y reviste gran importancia en el ámbito del derecho internacional, por haber sido el primer tratado, propiamente dicho, entre dos naciones sobre división de aguas internacionales.

Respecto a su operación, las entregas han sido variables. Durante el período 1938-1993 se ha entregado un promedio de 62 millones de metros cúbicos anuales, con valores máximo y mínimo de 103.5 y 8.2 mm³, respectivamente.

La Convención establece que, en el caso de severa sequía o interrupción de la infraestructura hidráulica, el volumen entregado al Valle de Juárez se disminuirá proporcionalmente. Esta situación se presentó en 2003, como consecuencia de las sequías que



han afectado a toda la cuenca del Río Bravo, y que se reflejó en muy bajos almacenamientos en las presas Elephant Butte y Cola de Caballo, reguladoras del sistema hidrológico en esta zona del río.

El Tratado de Aguas de 1944

En 1944 se firmó el Tratado de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos, en el que se convino el aprovechamiento de las aguas de los ríos Colorado y Bravo. Se hace también una referencia al Río Tijuana, aunque no se fijan volúmenes o porcentajes (DOF, 1945).

Para el Río Colorado se entregarán a México, como volumen garantizado, 1,850'234,000 m³ (1'500,000 acres-pies) cada año, y si existen excedentes, hasta un volumen de 2,096'931,000 m³ (1'700,000 acres-pies). El Tratado prevé que si por causa de extrema sequía o severo daño de la infraestructura hidráulica en los Estados Unidos, fuese imposible el abastecimiento del volumen previsto, la reducción a México será en la misma proporción que la reducción que se aplicase a los estados de la cuenca del Río Colorado en los Estados Unidos.

Las aguas del río Bravo entre Fort Quitman, Texas, y el Golfo de México se asignan a los dos países de la siguiente manera:

A México se le asigna: (a) la totalidad de las aguas que lleguen a la corriente principal del Río Bravo de los ríos San Juan y Álamo; (b) la mitad del escurrimiento del cauce principal del Río Bravo abajo de la presa inferior principal internacional de almacenamiento (posteriormente construida y llamada presa Falcón); (c) las dos terceras partes del caudal que llegue a la corriente principal del Río Bravo de los ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido y Salado y Arroyo de las Vacas y (d) la mitad de cualquier otro escurrimiento en el cauce principal del Río Bravo, entre Fort Quitman y la presa inferior principal internacional.

México se compromete a ceder a Estados Unidos la tercera parte del caudal que llegue a la corrien-

te principal del Río Bravo de los ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido y Salado, así como del Arroyo de las Vacas; cantidad que no será inferior en conjunto, en promedio y en ciclos de cinco años consecutivos, de 432.7 millones de m³ anuales (350,000 acres-pies). Es decir que el volumen por ciclo de 5 años consecutivos será de 2,158.6 mm³

El compromiso de México ha sido cumplido con sólo tres excepciones, la más reciente de las cuales está en vigor y fue originada por la prolongada sequía que ha padecido la región desde 1993. Durante 2003 se registró un incremento en las precipitaciones en parte de la cuenca, lo que ha continuado en 2004, y aumentó el volumen asignado a los EE.UU. El déficit actual es de alrededor de 1,200 mm³.

Es muy importante destacar que las relaciones entre ambos países, en materia de agua, no se circunscriben al texto mismo del Tratado, sino que, como éste prevé, se aplicará a través de actas, que se considerarán parte del propio Tratado. Así, en el marco de la Comisión Internacional de Límites y Aguas, se han firmado 311 actas, que han permitido resolver controversias, instrumentar soluciones a problemas comunes, e incorporar programas de cooperación, de los que se mencionarán, a manera de ejemplo, algunos casos a continuación.

El Acta 242 estableció límites a la salinidad de las aguas del Río Colorado que se entregaban a México, y que habían sido causa de continuo malestar en México, debido a que, por sus altos contenidos de sales, ocasionaban daños a la agricultura.

El Acta 301 prevé la realización de estudios conjuntos para un acueducto binacional para abastecer a las ciudades de Tijuana, en México y de San Diego en Estados Unidos.

El Acta 304 formaliza una carta de intención firmada entre la Comisión Nacional del Agua (CNA) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), para la realización de inversiones conjuntas en agua potable y saneamiento en las ciu-

dades fronterizas. Este programa permitió la instrumentación de un Fondo de Infraestructura Ambiental Fronteriza (FIAF) que, con recursos de la EPA, administra el Banco de Desarrollo de América del Norte. Este programa de inversiones, prevé la asignación de recursos por partes iguales de México y los Estados Unidos en aquellos proyectos mexicanos de interés de este último país. Adicionalmente, con el apoyo de créditos del Banco Japonés de Cooperación Internacional (JBIC) se han logrado incrementar significativamente las coberturas de servicios en la frontera. Así, en el periodo 1995-2002, la cobertura de agua potable pasó de 88 a 92%, la de alcantarillado de 69 a 76% y, muy significativamente, la de tratamiento de aguas municipales de 34 a 85%.

Conclusiones

La región fronteriza entre México y los Estados Unidos representa un enorme reto en la gestión de los recursos hídricos. Es una de las zonas de menor precipitación de ambos países y, en contraste, una de las de más altas tasas de crecimiento demográfico y económico, lo que incrementará la escasez y puede llegar a ser un límite al desarrollo de las comunidades.

Los escenarios hidroclimatológicos futuros permiten prever que la región continuará experimentando una gran variabilidad climática con sequías recurrentes que, ahora más que nunca, requerirán de una mejor gestión del agua, con un mayor involucramiento de la sociedad y atendiendo a los principios de la gestión integrada del agua (Martínez Austria, 2002).

En el sector urbano, será necesario mantener un elevado nivel de inversiones a fin de satisfacer la creciente demanda. Para contar con los volúmenes requeridos, se necesitará un uso más eficiente del agua, y muy probablemente, la transferencia de derechos de agua del uso agrícola. Todo ello supondrá contar con organismos operadores consolidados y eficientes.

En general, se requerirá fortalecer a las instituciones locales del agua: organismos operadores, estatales, representaciones federales, binacionales, centros de investigación y organizaciones no gubernamentales.

Deberán impulsarse programas de asistencia técnica y de capacitación, e invertir en uso eficiente del agua y en la recuperación y conservación del medio ambiente.

Hasta ahora, en materia de agua en la frontera común, los Estados Unidos y México han logrado hacer de cada problema una ocasión de cooperación. Debe mantenerse este enfoque en la relación entre ambos países, e incrementar la comunicación y la planeación conjunta (Martínez Austria, 2003).

Referencias

- CNA (2000), Estrategia de gran visión para el abastecimiento y manejo del agua en la ciudades y cuencas de la frontera norte. Comisión Nacional del Agua. México.
- COLMEX-CNA (2003), Agua para las Américas en el Siglo XXI. Colegio de México- Comisión Nacional del Agua. México. 394 pp.
- DOF (1907). Tratado para la distribución equitativa de las aguas del río Grande. Diario Oficial de la Federación. México. 2 de febrero de 1907.
- DOF (1945). Tratado relativo al aprovechamiento de los ríos Colorado y Tijuana, y del río Bravo (Grande) desde Forth Quitman, Texas, hasta el Golfo de México. Diario Oficial de la Federación. México. 30 de marzo de 1946.
- Martínez Austria P. (2002). Los principios de la gestión integrada del agua. Revista *Tláloc* de la Asociación Mexicana de Hidráulica. Número 24. Enero-Abril.
- Martínez Austria P. (Relator) (2003). Gestión de Recursos Hídricos Transfronterizos. Reporte de la mesa de trabajo. En Agua para las Américas en el Siglo XXI. Colegio de México-Comisión Nacional del Agua. México. pp.303-305.
- Rodríguez Tirado J. A. (2002). Modelo de simulación de la cuenca del río Bravo. Presentación en el Congreso Nacional de Hidráulica. AMH. Monterrey, México.



Novedades editoriales del Archivo Histórico del Agua



Con motivo de los 10 años de servicio del archivo se publicó y se está difundiendo el boletín 10 años, Organizaciones Autogestivas para el Riego y el Catálogo de reglamentos de aguas en México. Siglo XX (disco compacto), coordinado por Jacinta Palerm Viqueira.

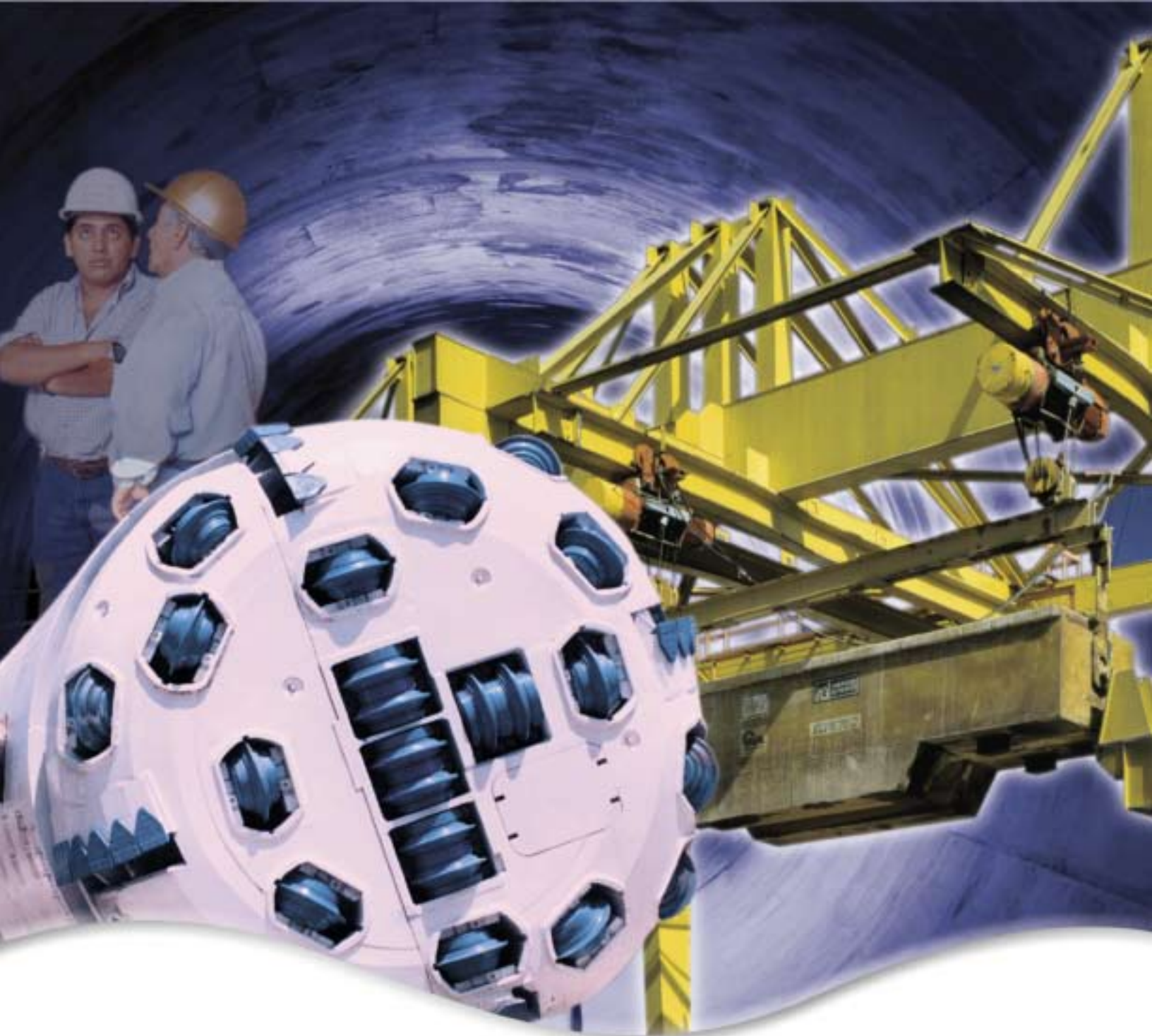
Boletín 10 años, Organizaciones Autogestivas para el Riego. Los ensayos reunidos enfatizan la capacidad que tienen los regantes, especialmente minifundistas. Asimismo, los distintos artículos abordan aspectos como la relación entre las organizaciones de regantes y otras dimensiones de la vida cotidiana de los grupos que trascienden al riego, o bien los problemas derivados de su vinculación con el gobierno en sus tres niveles (nacional, estatal y local). Su distribución es gratuita, únicamente se tiene que solicitar a la Dirección del Archivo email, aha@juarez.ciesas.edu.mx.



Catálogo de reglamentos de aguas en México. Siglo XX (disco compacto). Coordinado por Jacinta Palerm Viqueira. Este catálogo contiene una selección de 215 reglamentos para usuarios de aguas federales en México emitidos a lo largo del siglo XX. También se han incluido varios artículos que tocan la problemática relativa a la reglamentación de varias corrientes, desde el siglo XVI hasta el siglo XX.

Está a la venta en la librería del CIESAS ubicada en Hidalgo y Matamoros sin número, colonia Tlalpan, CP. 14000, México, D.F. y en el Archivo histórico del Agua, Balderas no. 94, Centro Histórico, C.P. 06040, México D.F., su precio al público es de \$80.00.

También se puede solicitar en la dirección electrónica: aha@juarez.ciesas.edu.mx.



CONSTRUYENDO MÉXICO/ *BUILDING MEXICO*

Construcciones y Trituraciones, S.A. de C.V.

Canadá # 110,
México, D.F. 04040

Tel.: 52 (55) 544 5200

Fax: 52 (55) 549 2593, 549 8124.

email: cotrisa@prodigy.net.mx

Web Page: www.cotrisa.com.mx

San Luis Potosí y El Agua

Como antaño los destinos de desarrollo de nuestro país y el agua vuelven a confluír en San Luis Potosí. Con motivo de nuestro *XVIII Congreso Nacional de Hidráulica* y la *Expo Hidráulica internacional México 2004* consideramos conveniente hablar un poco de estas bellas tierras potosinas que habrán de darnos cabida.

Historia

Aunque la ciudad fue fundada en 1592, desde años antes, el franciscano Fray Diego de la Magdalena logró reunir a un grupo de guachichiles y asentarlos en el “Puesto de San Luis”. Los guachichiles formaban parte del gran grupo chichimeca que poblaba el norte de México denominado por ellos Tangamanga. Eran nómadas hostiles dedicados a la caza y la recolección.

En marzo de 1592 se descubrieron las ricas minas de oro y plata del cercano Cerro de San Pedro, originando la fundación del Pueblo de San Luis, Minas del Potosí, el 3 de noviembre del mismo año. Firman el acta de fundación el Capitán Caldera y el primer Alcalde Juan de Oñate. San Luis Rey de Francia, le dio el nombre y el Cerro del Potosí el apellido, denominado así por la riqueza de sus minas de plata, comparables a las que llevan el mismo nombre en una región de Bolivia.

El hallazgo del rico mineral de San Pedro, y la avanzada misionera de los franciscanos, produjeron tal éxito económico y social que en 1656 el pueblo recibió el título de Ciudad por parte del Virrey Fernández de la Cueva, mejor conocido como el Duque de Albuquerque.

El principal y reconocido sostén de la ciudad de San Luis Potosí fue la minería. Por esta razón, en 1686 el alcalde mayor mando que la ciudad gozara de tres leguas de territorio para todo lo que le conviniera y que todos los mineros, sus allegados, sirvientes y personas dedicadas al servicio del acarreo de metales, agua, leña

y otros utensilios de la minería pudieran servirse de dichos terrenos, ya fuera para ranchar y poblar con sus muladas y caballados o bien para cualquier otro propósito relacionado con la minería. Dentro de las tres leguas, ninguna otra persona podría poblar con sus ganados mayores, ni menores ni pretender propiedad.

Primero los Franciscanos, más tarde los Agustinos, los Juaninos, los Jesuitas, y algunas órdenes más como los Mercedarios y los Carmelitas descalzos se aposentaron en los mejores terrenos de la naciente ciudad, edificando austeros conventos que bien pudieran considerarse, por su expresión, como la última manifestación de la edad media, pero curiosamente en el nuevo mundo.

No obstante, la ciudad configuró su traza de acuerdo con el modelo renacentista español: la Plaza Mayor al centro, y en su perímetro manzanas ligeramente rectangulares, distribuidas entre el poder civil y el poder religioso, es decir, el edificio del Muy Ilustre Ayuntamiento y la sede de la autoridad parroquial.

Uno de los rasgos más notables de la arquitectura religiosa potosina estriba en que, formados en los estudios conventuales o al calor del trabajo cotidiano, los monjes y sus adeptos constituyeron una casta de arquitectos, alarifes y peones poco familiarizados con la disciplina y los rigores del barroco a la alta escuela, que precisamente por su escaso contacto con el exterior crearon un estilo único y sin antecedentes, un mundo propio que se expandiría por el norte del País.

Así, son únicas en su género las columnas adosadas que presentan la mayoría de las portadas de los edificios religiosos y el uso de conchas en distintas dimensiones, desde el pequeño nicho en las fachadas hasta la bóveda colosal en forma de concha del templo de San Miguelito.

El siglo XVIII fue de prosperidad, se erigieron magníficos templos como el del Carmen y Aranzazu, adornados con excelentes pinturas. Bullía un activo

comercio y se multiplicaban las construcciones civiles, San Luis Potosí se convertía en la capital del Norte de la Nueva España, pues su jurisdicción comprendía lo que hoy son los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, llegando hasta Lousiana y Texas. En 1767 la paz se vió turbada por los “tumultos” generados por la expulsión de los jesuitas apaciguados drásticamente por el visitador Gálvez.

El movimiento de Independencia tuvo resonancia en la Ciudad y consumada ésta San Luis quedó constituido en Estado Libre y Soberano, su primera constitución se juró el 26 de octubre de 1826. Durante la invasión americana, San Luis prestó su cooperación ampliamente, habiendo recibido el título de “San Luis de la Patria”. En 1863 y 1867 fue capital de la República. Ahí firmó Juárez la sentencia de muerte de Maximiliano. La época Porfiriana protegió el auge de la Ciudad. Por entonces se edificaron magníficas construcciones, se construyó la presa de San José y se inauguró el primer ferrocarril. Cuando Francisco I. Madero vivió prisionero en esta ciudad concibió el “Plan de San Luis”, que fue la chispa que detonó la Revolución de 1910.

Del estado de San Luis Potosí son Julián Carrillo, músico y teórico que durante muchos años inquietó la vida musical de México, con especulaciones acústicas, creando incluso instrumentos a propósito para ello. El doctor Efrén C. del Pozo, humanista y científico de gran prestigio en la vida universitaria de México. Francisco de la Maza, uno de los principales historiadores del arte en México. Y el famoso poeta del siglo XIX, Manuel José Otón.

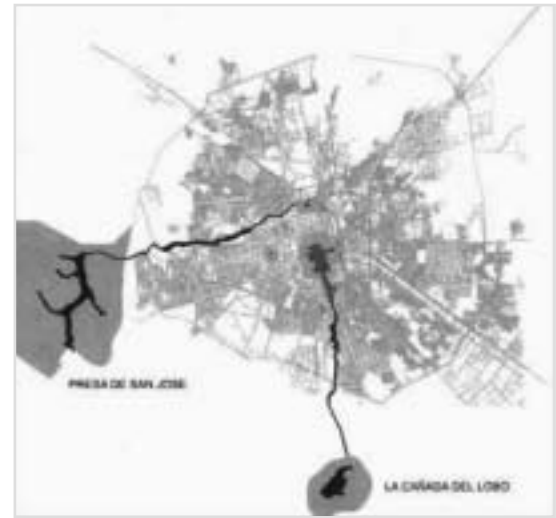
Obras e hidráulica

La ciudad de San Luis sufrió varias inundaciones durante el siglo XVII (en 1672, 1681 y 1688), por lo que se mandó abrir una zanja de 2,000 varas de largo por seis de ancho y hasta dos y medio de profundidad en algunos trechos, para proteger a la ciudad de las avenidas de agua que bajan de la sierra suroccidental y que amenazaban destruirla. San Luis tendría entonces alrededor de dos mil personas y 24,000 en toda su jurisdicción.

En la sierra de San Miguelito existía el manantial de Cañada del Lobo que fue descubierto hacia 1617. La explotación del sitio como fuente de abasto para la ciudad se da hasta el siglo XIX. En 1828 se inicia la obra hidráulica por el primer Gobernador del Estado, Ildefonso Díaz de León. Juan Sanabria realiza el proyecto integral del canal de distribución desde la Cañada del Lobo al Santuario de Guadalupe y la Calzada.

El acueducto completo tiene al menos cinco kilómetros, rodea la cerro, cruza el Rio Espanta y prosigue hasta el santuario. Al llegar frente al santuario se inicia la Calzada Guadalupe, ubicándose una fuente y cuatro jardines.

En 1855 la Calzada con el templo y convento, la Caja de Agua y el Santuario, aumentaba el prestigio de la ciudad convirtiéndose en “el más hermoso paseo que San Luis tiene en sus suburbios”.



A lo largo de su historia ha sido Frontera y capital, cruce obligado de caminos en el desarrollo de nuestro país, de riqueza memorial. Punto de encuentro de etnias y cultura, encuentra en el subsuelo grandes riquezas: la minería y el agua, pero encuentra en el carácter y pujanza de su gente su mayor riqueza.

En la actualidad, San Luis Potosí, de gran belleza natural y arquitectónica, de importante infraestructura industrial, agrícola y de comunicaciones, ofrece al visitante grandes atractivos que lo invitan a integrarse a su ambiente y su historia.



Reseña de actividades del Consejo Directivo

Nuevas mesas directivas

Primer Simposium de Hidráulica

La Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C., Zona Conurbada de la Desembocadura del Río Pánuco en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, organizó el 1er. Simposium de hidráulica “El agua fuente de desarrollo sustentable”, que se llevó a cabo los días 12 y 13 de agosto de 2004 en el Gran Salón del hotel Camino Real de la Cd. de Tampico, Tamps.

Durante este evento se constituyó el 1er. Consejo Directivo de la sección regional de la AMH. Nue-

tro Presidente nacional el Dr. Gustavo A. Paz Soldán tomó protesta a la nueva mesa directiva, misma que quedó conformada de la siguiente manera:

Presidente : M.I. Marcelino del Ángel González
 Vicepresidente: Ing. Israel Díaz Acosta
 Primer Secretario: M.I. Miguel Ángel Haces Zorrilla
 Segundo Secretario: Ing. Edmundo Garza Tobias
 Tesorero: Ing. Guillermo Gamez Tapia
 Vocales: Ing. Estanislao Galván Vega
 Ing. Rafael Benavides Osorio
 Coordinaciones: Dr. Gerardo Sánchez E.

Sección regional Jalisco

El VII Consejo Directivo de la Sección Regional Jalisco, quedó formalmente instalado en ceremonia que, para tal efecto, se celebró en la ciudad de Guadalajara, Jal., el 10 de septiembre de 2004. Los integrantes del consejo se listan a continuación:

Presidente: Ing. Fernando Rueda Lujano
 Vicepresidente: Ing. Raúl A. Iglesias Benítez
 Tesorero: Dr. Gualberto Limón Macias
 Primer Secretario: Ing. José Julio Agraz
 Segundo Secretario: Ing. Jesús González
 Vocales: Ing. José Luis Macias Godínez
 Ing. Francisco Javier Rojas

Reunión previa al XVIII Congreso Nacional de Hidráulica

En el evento también se llevó a cabo una reunión previa al XVIII Congreso Nacional de Hidráulica, en la que el Ing. José Eduardo Mestre, Expresidente de la AMH y el Dr. Julio Goycochea presentaron las ponencias “Derechos del Agua” y “Participación socioeco-



Dr. Gustavo Paz Soldán C. dirige su mensaje

nómica de Jalisco en la Cuenca del Río Lerma”, respectivamente.

Nuestros mejores deseos de una gestión exitosa para todos los integrantes de las nuevas dirigencias regionales, seguros de que su participación redundará en grandes beneficios para nuestra Asociación. Enhorabuena.

Noticias AMH

El Consejo Directivo de la AMH participó en diversas actividades que resumimos a continuación por la importancia y representación de la Asociación Mexicana de Hidráulica:

Convención anual ANEAS

El pasado 6 de agosto, se participó con una ponencia en la XVIII Convención anual de la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, A.C. (ANEAS) que se llevo a cabo en la ciudad de Chihuahua, Chih.

Comité del Agua

El miércoles 27 de Septiembre de 2004 el Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C., invitó a la AMH, a través de su Presidente para formar parte del Comité del Agua, el cual es presidido por el Dr. Leandro Rovirosa Wade. La coordinación del acto corrió a cargo del Ing. Elias Sahab Haddad, Vicepresidente del CICM.

Primera reunión de ingenieros valuadores

En el mes de julio, en el marco de la primera Reunión de Ingenieros Valuadores que se efectuó en la ciudad de Oaxaca se realizó una presentación de nuestra Asociación con el tema “Agua y Medio Ambiente”.



Momento de la toma de protesta



Presidium

Situación del agua en México

La AMH estuvo presente en el panel “Situación del agua en México y la experiencia regional agua para siempre”, que se realizó en la ciudad de Puebla el 1 de octubre del presente año con motivo del Día Internacional del Agua.



Reunión del C.P. Marcelo de los Santos F., Gobernador Constitucional del estado de San Luis Potosí con el Dr. Gustavo Paz Soldán C., Presidente de la AMH

En un ambiente de gran cordialidad, la Asociación Mexicana de Hidráulica fue recibida por el C. Gobernador Constitucional del Estado de San Luis Potosí, C.P. Marcelo de los Santos F., en sus bellas oficinas de gobierno.

Fueron varios los temas abordados destacando la importante participación del Gobierno estatal en la realización del XVIII Congreso Nacional de Hidráulica y su Expo Hidráulica Internacional México 2004, que habrán de celebrarse del 10 al 12 de noviembre con la amable anfitrionería del pueblo y gobierno de San Luis Potosí.

Se destacó la importancia técnica y social del agua en nuestros días y la relevancia de realizar análisis profundos y propositivos con el fin de atender con responsabilidad el futuro del agua, tema central de nuestro congreso.

En su oportunidad, el Presidente de nuestra Asociación, Dr. Gustavo Paz Soldán, agradeció el apoyo decidido del Gobierno de San Luis Potosí y, en especial, del señor Gobernador Marcelo de los Santos, como Presidente Honorario del XVIII Congreso y amigo de la AMH, seguros de que con su apoyo habremos de lograr un evento de gran trascendencia.



Dr. Gustavo Paz Soldán C., Presidente de la AMH y C.P. Marcelo de los Santos F., Gobernador Constitucional del estado de San Luis Potosí

Tláloc AMH, revista certificada

Tláloc AMH ratifica su ubicación dentro de un selecto grupo de medios impresos formales y serios que permite la revisión de sus datos fundamentales y los hace públicos.

A más de su tradición como la revista técnica más calificada del medio hidráulico, a partir de este número se encuentra certificada y registrada ante la Secretaría de Gobernación con el número DGMI 397.

Con ello, Tláloc AMH cuenta ahora con un ingrediente más; un atractivo adicional para nuestros anunciantes y mayor certidumbre para nuestros lectores,

Nos posibilita una mayor penetración en el ámbito público y se constituye en una muestra más de que continuamos con nuestro esfuerzo de editar un medio de comunicación y servicio para la sociedad y el gremio, y de orgullo para nuestros socios.

Para contar con la certificación y registro, dimos cumplimiento a lo dispuesto en los “lineamientos generales para la orientación, planeación, autorización, coordinación, supervisión y evaluación de las estrategias, los programas y las campañas de comunicación social de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el pasado 26 de diciembre de 2003.

Dichos lineamientos contemplan la CERTIFICACIÓN DE CIRCULACIÓN PAGADA (O GRATUITA) Y COBERTURA GEOGRÁFICA, así como EL ESTUDIO DEL PERFIL DEL LECTOR realizados por empresas externas especializadas.

Así, con la participación de las firmas RGR Jurídico Contable, S.C. y Consultoría 80, S.A. de

C.V. se obtuvieron los resultados que, avalados por la Secretaría de Gobernación, se presentan a continuación como información de interés:

Datos Certificados	
Nombre del medio	“Tláloc AMH”
Tiraje	2,500 ejemplares por edición
Periodicidad	Cuatrimestral
Formato	Revista
Temática	Ciencia, Tecnología y Gestión del Agua

Circulación y cobertura geográfica

Las ediciones analizadas fueron los números 28 y 29 correspondientes a los periodos mayo-agosto y septiembre-diciembre, respectivamente.

Circulación	
Número de ediciones evaluadas	2
Promedio de circulación pagada (o gratuita)	2,500

Del análisis de ediciones y su distribución se encontró consistencia en la entrega con un procedimiento bien definido mediante servicios de mensajería y postal. Se encontró que la cobertura geográfica del medio incluye todos los estados del país, así como el Distrito Federal..

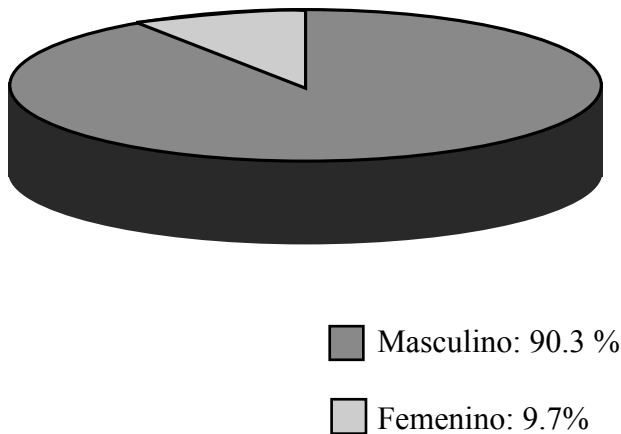
Perfil de nuestros lectores

La revista “Tláloc AMH” se distribuye primordialmente entre los socios miembros de la Asociación Mexicana de Hidráulica, así como con un directorio de funcionarios, directivos, encargados, operadores, proveedores, empresarios y, en general, profesionales relacionados con el agua o el medio hidráulico.

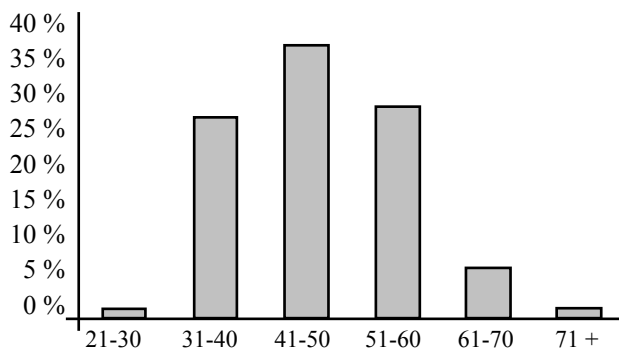


Con una confiabilidad del 95% se realizó el análisis de datos existentes y un muestreo aleatorio entre los lectores. Se obtuvieron resultados sobre tres parámetros fundamentales: género, edad y nivel socioeconómico. Los resultados fueron los siguientes:

Género



Edad



Rango (años)	Porcentaje
21-30	1.47%
31-40	26.47%
45-50	36.03%
51-60	27.94%
61-70	6.63%
71 en adelante	1.46%

Promedio general de edad: 45 años

Nivel Socioeconómico (N.S.E.)

Acorde con la metodología sugerida por el Comité de Niveles Socioeconómicos de la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercados y Opinión Pública, A.C. para la Asignación de Niveles Socioeconómicos se consideraron las siguientes variables: escolaridad, características de vivienda, satisfactores físicos y servicios.

N.S.E.	%
AB	18.3
C+	23.0
C	24.1
D+	18.7
D	15.9
E	0.0

NIVEL AB: Es el estrato que contiene a la población con el más alto nivel de vida e ingresos.

NIVEL C+: Segmento de personas con ingresos o nivel de vida ligeramente superior al medio.

NIVEL C: Nivel que contiene a las personas con ingresos o nivel de vida medio.

NIVEL D+: Se considera a las personas con ingresos o nivel de vida ligeramente por debajo del nivel medio. Es el nivel bajo que se encuentra en mejores condiciones.

NIVEL D: Está compuesto por personas con un nivel de vida austero y bajos ingresos.

NIVEL E: Se compone de la gente con menores ingresos y nivel de vida

La escolaridad no se presenta como un dato independiente, sin embargo, es de destacar que, por su carácter técnico, más del 95% de los lectores tiene un grado igual o superior a licenciatura.

Asimismo, se hizo hincapié, mediante la aplicación sobre un veinte por ciento de la muestra que la temática manifestada corresponde al contenido del medio, es decir, "Ciencia, Tecnología y Gestión del Agua" ..

Óscar Vega Argüelles

En este número, nuestra revista, la revista de la Asociación Mexicana de Hidráulica, se viste de gala para presentar la semblanza de uno de los ingenieros más relevantes de México y uno de los compañeros más queridos del gremio: el señor ingeniero Óscar Vega Argüelles.

Don Óscar es uno de los miembros más conspicuos de nuestra Asociación, de la que fue fundador en 1965, junto con una treintena de visionarios compatriotas que se empeñaron en organizar una sociedad técnica de alto nivel, en la que se podrían promover y realizar acciones para conservar y elevar la calidad de los trabajos de los mexicanos dedicados a todas las actividades relacionadas con la ocurrencia, la calidad y la utilización del agua en sus aspectos hídrico, hidrológico e hidráulico, en todas sus fases, desde la investigación pura y aplicada hasta la operación de las obras e instalaciones hidráulicas, pasando por la academia, los estudios, la ingeniería, el diseño, la fabricación y la construcción.

El ingeniero civil Óscar Vega Argüelles ha descollado ampliamente en diversas áreas de la ingeniería civil, ejerciendo la profesión intachablemente y con excelencia y contribuyendo de modo especial al logro de las mejores causas de la ingeniería y al más elevado beneficio social.

Oriundo de la ciudad de México, nuestro amigo y compañero obtuvo el título de Ingeniero Civil otorgado por la entonces Escuela Nacional de Ingenieros de la Universidad Nacional Autónoma de México el 13 de octubre de 1936, por lo que este año completa 68 de fructífera actividad profesional, además de haberse iniciado en actividades propias de la profesión desde su vida de estudiante. Su título está registrado con el No. 17475, en la Dirección General de Profesiones.

Como estudiante, le correspondió ayudar en trabajos topográficos del mantenimiento del Gran Canal



del Desagüe, en tanto que durante sus primeros once años de desempeño profesional sirvió como Dibujante (cuando era necesario realmente saber la teoría del dibujo técnico además del manejo correcto de los materiales e instrumentos de dibujo), Jefe de Dibujantes (dado lo destacado de su labor), Ingeniero Proyectista (al obtener su título profesional), y luego, por méritos amplia y sucesivamente reconocidos por sus superiores, Jefe de la Oficina de Proyectos y Jefe del Departamento de Estudios y Proyectos de la célebre Comisión Nacional de Irrigación, semillero de técnicos de altos vuelos y base del desarrollo nacional de la ingeniería hidráulica y de la agrícola. Durante esta época participó en el proyecto de numerosas presas y obras hidráulicas y dirigió los estudios y proyectos de otras muchas.

Puede mencionarse su actividad como proyectista y calculista directo, entre otras, de la presa de El Palmito (después llamada Lázaro Cárdenas), sobre el río Nazas, que en su época fue la más alta presa de tierra y roca en proyecto en el mundo; de la presa de El Azúcar (oficialmente Marte R. Gómez), en el bajo río San Juan, afluente del Bravo, cuyo vertedor de demasías tuvo que re proyectarse totalmente cuando ya se encontraba en proceso de construcción, pues la segunda guerra mundial impidió que fueran entregadas a México las grandes compuertas previstas para el vertedor original, que se había encarga-



do fabricar en Alemania; de la presa de La Angostura en Sonora, primera presa de arco calculada en México por métodos recién desarrollados en los países más adelantados; de la presa de Las Vírgenes (Francisco I. Madero), en el río San Pedro, primera presa de contrafuertes de cabeza redonda calculada por ingenieros mexicanos y en su tiempo la de mayor altura en el mundo.

Posteriormente actuó como **Director General de Estudios y Proyectos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos**, desde su fundación hasta 1959 en que se retiró para dedicarse al ejercicio privado de su profesión, siendo responsable del proyecto y de la supervisión de la construcción de muchas grandes presas (recordamos El Oviachic, Mocúzari, Sanalona, Falcón...) y obras de riego. Con la colaboración de otros distinguidos ingenieros, fue corresponsable de la ejecución de obras tan difíciles como las presas El Temascal y El Marqués, grandes presas cimentadas sobre formaciones de calizas cavernosas, a la sazón consideradas de imposible ejecución por prestigiosos especialistas de los países más desarrollados.

Dentro de sus funciones, el Ingeniero Vega dirigió la planeación, los estudios y los proyectos de todas estas grandes obras, pero también promovió fuertemente la investigación en las áreas de la ingeniería hidráulica, de la geotecnia, del análisis estructural y de la ingeniería de materiales en los laboratorios de la Secretaría. Igualmente, le correspondió en parte organizar y dirigir las Residencias encargadas de la supervisión de las obras. Cabe mencionar que los diseños y la ejecución de las instalaciones eléctricas y mecánicas de las mismas obras se realizaban también bajos sus órdenes.

El conjunto de las obras de riego planeadas, estudiadas, proyectadas o construidas con su intervención o bajo su dirección en nuestro país alcanza una cifra aproximada de dos millones de hectáreas, la tercera parte del área bajo riego que tiene México actualmente.

Entre 1959 y 1965, fue **Gerente General de la Compañía Constructora Méndez, S.A.**, correspondiéndole dirigir la ejecución de grandes obras de

ingeniería, entre ellas, las presas Ignacio Ramírez (La Gavia) y Tepetitlán, en el Estado de México, así como sistemas de riego, obras portuarias, instalaciones petroleras y carreteras, siempre con la calidad y eficiencia más elevadas.

Simultáneamente, el ingeniero Vega continuó desarrollando su actividad profesional de ingeniería, como ingeniero consultor y también interviniendo en la fundación de empresas de consultoría que se cuentan entre las más antiguas y reconocidas del país, mismas que continúa presidiendo y dirigiendo, llevando a cabo muy importantes proyectos interdisciplinarios, especialmente en lo referente a estudios de factibilidad y diseños detallados de obras hidráulicas.

Sus actividades dentro del área de la consultoría y proyectos de ingeniería han proseguido en ese campo durante los últimos 43 años, en que ha fungido como socio fundador de las empresas **C.I.E.P.S., S.C., Ingenieros Consultores y Projectistas; CIPSA, Consultores en Ingeniería y Planeación, S.A., y CIEPS CONSULTORES, S.A. de C.V.**, mismas que preside y dirige en la actualidad. A través de ellas, ha atendido labores de consultoría y ha desarrollado proyectos de ingeniería para más de 75 presas de almacenamiento y derivadoras, varios sistemas de riego, numerosos sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillados, puentes, edificios y otras estructuras. Los estudios y proyectos que ha dirigido durante estos años han tenido como objetivos finales, principalmente, el riego de más de un millón de hectáreas en nuestro país y en el extranjero, la dotación de agua potable para varios millones de habitantes y para algunas grandes instalaciones industriales, así como la comunicación entre poblados y entre zonas de producción agropecuaria y centros de consumo, con el consiguiente beneficio social, así como, mediante la dirección y supervisión de obras, la reconstrucción de edificios y zonas enteras dañados por sismos y otros fenómenos naturales. Como actividad profesional personal, el ingeniero ha actuado también como miembro y **Jefe de grupos de consultores internacionales** para algunas obras de especial importancia, entre las que se cuentan las **grandes presas de Aguamilpa y Zimapán**, para las que le correspondió coordinar las labores de otros connotados

ingenieros consultores especializados, provenientes de varios países, quienes supervisaron la ejecución de los diseños y de la construcción de esas presas continuamente durante todos los procesos respectivos.



Proyectos en Colombia

En el campo internacional, el Ing. Vega Argüelles ha puesto en alto honrosamente el nombre de México, fungiendo personalmente como consultor para grandes proyectos de ingeniería en países como **Colombia, Argentina, Brasil, la República Dominicana y Tanzania**. En algunos casos ha sido llamado directamente por instituciones gubernamentales de los referidos países; en otros, ha sido designado como consultor por parte de instituciones internacionales; en otros más, las compañías que preside han sido declaradas vencedoras en concursos de méritos o en licitaciones de proyectos, compitiendo contra empresas prestigeadas de otros países de elevada tecnología.

Entre sus actividades profesionales, el ingeniero participó también durante muchos años como **Asesor Técnico de la Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos de América** por parte de la Secretaría de Relaciones Exteriores de México, correspondiéndole participar en la elaboración, discusión y puesta en vigor del Tratado de Límites y Aguas vigente entre ambos países.

Por otra parte, el Ing. Vega ha prestado siempre especial atención a la educación y formación de los ingenieros mexicanos, no solamente durante la prác-

tica profesional cotidiana, sino también impartiendo cátedras, conferencias y cursos de actualización y especialización. Así, en la Escuela Nacional de Ingenieros, hoy Facultad de Ingeniería de la UNAM, fue titular de varias cátedras profesionales durante 11 años, en los campos de la hidráulica y de las estructuras. Impartió también cátedras en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del IPN, en la Escuela de Ingenieros del Colegio Militar y en la Escuela Nacional de Agricultura, hoy Universidad, en Chapingo, Méx. Recientemente, ha participado con frecuencia como profesor en la División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería; otro tanto en la Universidad Iberoamericana y La Salle. Al igual que en su actividad profesional, ha merecido el reconocimiento por su dedicación y su calidad técnica y humana durante sus labores docentes, además de colaborar directamente en la preparación de muchos profesionales de la ingeniería que después la han ejercido con brillantez y calidad, alcanzando posiciones relevantes tanto en el sector público como en la iniciativa privada, en el ámbito nacional y en el internacional.

Desde el punto de vista de su actividad gremial, puede decirse que ha sido un luchador incansable por el beneficio de los ingenieros civiles y por la calidad de la profesión. Ha participado directamente en la fundación de varias sociedades técnicas y gremiales, siendo de destacar su iniciativa en la fundación de la **Asociación Mexicana de Empresas de Consultoría**, de la que fue el primer Presidente, y de la **Cámara Nacional de Empresas de Consultoría** que también presidió como Presidente fundador, en ambos casos con una muy amplia participación de sus compañeros de profesión. Presidió por años el Consejo Consultivo de la Cámara, hasta que por iniciativa suya se reformó el Estatuto para obligar a la participación de otros colegas en ese cargo. Ha sido asimismo **Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles de México, de la Asociación Mexicana de Hidráulica, de la Sección México de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE)** y de la **Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México**. La ASCE le ha distinguido con el nombramiento de Miembro Honorario, siendo uno de los tres mexicanos que han merecido



ese honor en los 152 años de existencia de esta agrupación mundial que cuenta con 250,000 miembros. El ingeniero Vega ha sido también **Consejero de la Sociedad de Ex alumnos de la Facultad de Ingeniería y de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción**, y es miembro de la **Sociedad Mexicana de Mecánica de Rocas**.

Como **representante y delegado de México**, ha asistido a numerosos congresos internacionales sobre presas y sobre consultoría. Cabe mencionar su amplia trayectoria en la **Comisión Internacional de Grandes Presas**, de cuyo Comité Nacional Mexicano ha sido Secretario desde su fundación en 1951, en tanto que su presencia ante la comunidad consultora internacional lo llevó a presidir la **Federación Latinoamericana de Asociaciones de Consultores** (hoy Federación Panamericana de Consultores).

El ingeniero Óscar Vega Argüelles mereció recibir el **Premio Nacional de Ingeniería Civil** en 1986, el año de su institución, y ha sido honrado con otros muchos premios por su actividad profesional y gremial, merecidamente porque, como hemos recordado, se ha distinguido en distintos campos de la profesión, impulsando la investigación y llevando a cabo actividades de consultoría, estudios, proyectos, construcción y docencia con excelencia, porque ha cubierto ampliamente distintas áreas de especialidad como la hidráulica, las estructuras y la geotecnia, porque ha proyectado el nombre de México con brillantez en el ámbito internacional, porque su acción gremial ha sido extensa, abundante y fecunda y porque

todas estas actividades las ha desarrollado con el más estricto apego a las más altas normas de honradez y ética profesional, haciéndose acreedor al respeto y la estimación de sus colegas, buscando siempre el beneficio social y de la población.

La Asociación Mexicana de Hidráulica se congratula al publicar esta breve semblanza de nuestro compañero, colega, maestro y amigo, Presidente de su Junta de Honor y ejemplo para las nuevas – y las no tan nuevas – generaciones de ingenieros hidráulicos

Nathan Robles & ASOC.

ingeniería hidráulica, obras inducidas,
instalación de medidores, comercialización
de sistemas de agua potable y amplia experiencia
en redes primarias y secundarias hidráulicas y
sanitarias





NATHAN ROBLES & ASOCIADOS

Guerrero 120-1 Col. del Carmen Coyoacán
Del. Coyoacán C.P. 04100
Tel/Fax 56588550
Ventas 56598586

carlosroblesvargas@yahoo.com.mx
ncarlosrb@prodigy.net.mx

Anúnciese en:

Tláloc AMH

la revista más prestigiada en materia hidráulica

Circulación certificada

Cobertura Nacional

Anuncios y Publicidad

Tels./fax: 5557 1505
5580 4782
anoncampos@prodigy.net.mx



Una empresa de Grupo Marhnos

Teléfonos: 01 (444)
833-1865, 833-1866
817-4381, 817-4389
817-4411

Especialistas en Diseño, Construcción y Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Industriales y Municipales



Av. Himno Nacional 1911-4° piso
Fracc. Tangamanga, San Luis Potosí, S.L.P.
78269, México

correo: info@grupoproaqua.com.mx
www.grupoproaqua.com.mx



Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



COMISION NACIONAL DEL AGUA

AVISO IMPORTANTE

Para facilitar la atención al usuario y público en general, así como la eficiencia operativa, **la Comisión Nacional del Agua (CNA), integra sus oficinas administrativas centrales en un edificio único** ubicado en:

**Avenida Insurgentes Sur 2416,
Colonia Copilco El Bajo,
Delegación Coyoacán, C.P. 04360
México, Distrito Federal**

Teléfono conmutador: **51 74 40 00,**
las extensiones de nuestra Dirección y Subdirecciones Generales son

Dirección General	1000	Administración del Agua	1531
Gerencias Regionales	1050	Programación	1730
Infraestructura Hidroagrícola	1180	Administración	1839
Infraestructura Hidráulica Urbana	1340	Unidad de Comunicación Social	1100
Técnica	1621	Órgano Interno de Control	1171
Jurídica	1450	Unidad de Revisión y Liquidación Fiscal	4623

Grupo Universal

50 Años en el Desarrollo Hidráulico de México

INGENIERÍA UNIVERSAL S.A. DE C.V.



Presa Canoas, Durango



Acueducto D/M
Lázaro Cárdenas, Michoacán



**INGENIERIA Y CONSULTORIA
UNIVERSAL S.A. DE C.V.**

OBRAS PRINCIPALES

- 12 presas de almacenamiento y derivación
- 58,000 m de canales de riego
- 15 sistemas de agua potable/drenaje
- 3 plantas potabilizadoras/tratamiento
- 24 acueductos y sistemas de distribución

Además:

- 610 kms. de construcción de caminos y carreteras
- 2 millones de m² en obras de aeropuertos, pistas, rodajes y plataformas
- 120,000 m² de edificaciones urbanas
- 1,410,100 m² de urbanizaciones



EXPERTOS EN:

- Estudios
- Proyectos específicos
- Proyectos ejecutivos integrales
- Consultorías
- Asesoría técnica
- Coordinación y supervisión de proyectos
- Supervisión técnica y administrativa
- Servicio de operación y mantenimiento
- Auditorías técnicas

ÁREAS DE TRABAJO

- Hidráulica
- Hidrología superficial y subterránea
- Hidrometría
- Ingeniería sanitaria y saneamiento
- Topografía
- Control de calidad
- Estudios de factibilidad técnica, económica y financiera
- Sistemas computacionales

Ingeniería y Consultoría Universal, S.A. de C.V.

Torres Adalid 1412-1, México, D.F. C.P. 03020
Tels./Fax: 5682 3976, 5687 2711 y 5687 2973
e-mail: ingicusa@prodigy.net.mx

Grupo de Ingeniería Universal, S.A. de C.V.

California 119, México, D.F. C.P. 03100, Tel. 5559 1044
Fax 5575 8335, e-mail: corp@giusa.com



Servicios Vitales que Ofrecemos:

- Plantas de Tratamiento de Agua
- Proyectos de Infraestructura
- Proyectos Ambientales
- Líneas de Transmisión y Subestaciones
- Laboratorio y Servicios Análíticos
- Consultoría Ambiental
- Remediación de Suelos
- Servicios Integrales para la Administración, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

Earth Tech México es líder en Proyectos de Diseño, Construcción, Financiamiento y Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.