

# Tlálloc

17  
AMH

Proyecto de riego río Santiago, Zac. Rubber Dam Evolución de las zonas de riego en el México prehispánico Agua para la producción de alimentos Vivencias en el Distrito de Riego 30 "Valsequillo"



## infraestructura HIDROAGRÍCOLA

+ Publicaciones Sitios en Internet







# CONSTRUCCIONES Y CONCRETO

S.A. de C.V.



**Fundada en 1965 CONSTRUCCIONES Y CONCRETO se dedica a la infraestructura hidroagrícola. Construyendo gran número de presas de concreto común, concreto rodillado, materiales graduados y canales de riego.**

**Ing. Benjamín Curiel**  
Director General  
Av. de las Américas No. 889-107, Sector Hidalgo C.P. 44680 Guadalajara  
Tel. 641 49 87 y 817 37 51 Fax 817 38 76



# CONVOCATORIA

## PARA LA SELECCIÓN DE CANDIDATOS A INSTRUCTORES DEL CENTRO MEXICANO DE CAPACITACIÓN EN AGUA Y SANEAMIENTO CEMCAS

La plantilla de instructores estará integrada por personas de alto nivel teórico-práctico, a fin de garantizar que los cursos impartidos conduzcan a la formación progresiva de especialistas cada vez mejor preparados en las actividades que se requieren para el manejo eficiente del agua y la infraestructura.

El **CEMCAS** considera importante el aprovechar la experiencia y conocimientos prácticos del personal que ha laborado en el sector, por lo que extiende una invitación a los profesionistas que tienen más de 5 años de experiencia práctica comprobable en las áreas mencionadas y que deseen ser instructores del Centro de tiempo completo, para que se integren al mecanismo de selección de candidatos.

El proceso de selección incluye una evaluación preliminar de conocimientos teóricos - prácticos y pruebas psicométricas; posteriormente, los aspirantes seleccionados participarán en un programa de capacitación de seis meses, que incluirá sesiones en Francia y en las que aprenderán las principales técnicas de educación para adultos y elaborarán cursos de capacitación y materiales de apoyo que se utilizarán posteriormente en la impartición de los cursos.

Las principales actividades del instructor serán:

1. Impartir cursos de capacitación con una duración promedio de 3 a 5 días, la mayor parte del tiempo en las plataformas didácticas (plantas piloto, redes, pozos, talleres y laboratorios), ya que en general solamente una tercera parte será en las aulas.
2. Elaborar materiales didácticos, como nuevos cursos y guías de operación relacionados con su área de especialidad, así como actualizar en forma continua los temas desarrollados.
3. Asesorar y aplicar diagnósticos pedagógicos a organismos operadores y elaborar cursos especiales de acuerdo con el programa anual del **CEMCAS** y con las solicitudes específicas de los clientes.

**A los interesados en ser instructor del CEMCAS, se les solicita enviar su currículum por medio de fax a los numeros**

56-89-15-39 en el Distrito Federal  
(7) 319-42-01 en Cuernavaca, Morelos

**En los siguientes números telefónicos podrán confirmar la recepción del fax enviado:**

55-49-38-09 en el Distrito Federal  
(7) 319-42-01 en Cuernavaca, Morelos



■ Desde la época prehispánica, la infraestructura hidroagrícola ha estado ligada con el desarrollo del país; el control, manejo y aprovechamiento del agua, ha determinado la producción de alimentos y el crecimiento de las ciudades.

Netzahualcōyotl, uno de los principales promotores de la infraestructura hidráulica, construyó obras importantes en el Valle de México, el acueducto para abastecer agua a la ciudad; un dique con una longitud de 16 km llamado "albarradón" a fin de proteger a la población contra inundaciones y separar el agua dulce de la salada. En agricultura tuvo la visión de realizar un sistema de riego con 20 km de canales labrados en roca, que permitió planear integralmente su señorío.

A principios de siglo el país tenía 700,000 hectáreas de cultivo; actualmente son 30 millones, de las cuales 6.2 millones con infraestructura de riego, generan alrededor del 50% de la producción nacional, resultado de la tecnificación, profesionalización de los productores y la investigación.

Así mismo, dentro de estos 30 millones de hectáreas y con la finalidad de aprovechar el trópico húmedo de México, se ha construido infraestructura en 16 distritos de temporal tecnificado que benefician a una superficie mayor a 2.2 millones de hectáreas.

La producción de alimentos es fundamental para el crecimiento del país y requiere de infraestructura moderna para extraer, almacenar, conducir y distribuir el agua a fin de obtener mejores resultados. En México se ha impulsado la construcción de infraestructura para este propósito y en épocas recientes ha sido tecnificada.

Históricamente el gobierno federal operaba la infraestructura hidroagrícola, situación que iba en detrimento de la producción; por ello, en los últimos años ha sido transferida a

los productores. Este proceso ha traído beneficios; la operación y mantenimiento ahora es responsabilidad de quienes utilizan la infraestructura, con esto se ha logrado un mejor aprovechamiento del agua y mayor producción. Actualmente se han transferido 80 distritos de riego y 14 distritos de temporal tecnificado, lo que representa un avance del 95%.

En México son utilizados 79.4 km<sup>3</sup> de agua, 76.3 % destinados a la producción de alimentos, el resto a la industria y abastecimiento de agua potable. Del caudal utilizado en la agricultura aproximadamente el 55% puede ahorrarse mejorando las técnicas de riego.

Aún hay mucho por hacer para lograr un uso eficiente del agua y alcanzar mayores rendimientos por hectárea, se ha demostrado que un sistema de riego produce hasta cuatro veces más que uno de temporal. La escasez del recurso obliga a buscar alternativas para producir más con menos, reutilizar el agua en la agricultura, mantener y optimizar la infraestructura y adoptar tecnologías apropiadas de alto rendimiento y bajo costo.

La Asociación Mexicana de Hidráulica debe participar más activamente en el subsector hidroagrícola, junto con los gobiernos federal y estatal y los usuarios, para lograr un uso sustentable del agua y promover nuevas tecnologías de riego accesibles, con esquemas de financiamiento para los sectores social y privado.

**Jesús Campos López**

Presidente del XXIV  
Consejo Directivo de la AMH



TLÁLOC-AMH.  
ÓRGANO DE INFORMACIÓN  
DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA  
DE HIDRÁULICA, AMH

#### XXIV CONSEJO DIRECTIVO DE LA AMH

**PRESIDENTE** Jesús Campos López

**VICEPRESIDENTE** Álvaro A. Aldama Rodríguez

**TESORERO** Héctor F. Fernández Esparza

**SECRETARIO** Óscar Avalos Domenzain

**SECRETARIO DESIGNADO** Luis Eduardo de Ávila Rueda

**VOCALES** Graciela Paredes García, Víctor del Razo Tapia

**EDITOR RESPONSABLE** Jesús Campos López

**COMITÉ EDITORIAL** Luis Aboites Aguilar, Felipe Arreguín

Cortés, Moisés Berezowsky Verduzco, Daniel Campos

Aranda, Rafael Carmona Paredes, Jaime Collado, Ramón

Domínguez Mora, Roberto Llanas Fernández, Humberto

Marengo Mogollón, Alejandra Martín Domínguez,

Polióptro Martínez Austria, César O. Ramos Valdés,

Gilberto Sotelo Ávila, Ma. de los Ángeles Peralta Arias,

Rolando Springall Galindo, Adolfo Urías Martínez.

**COORDINADOR TÉCNICO** César O. Ramos Valdés

**COORDINADORA EDITORIAL** Leonor Pintado Cortina

**EDICIÓN Y DISEÑO** Trilce Ediciones S.A de C.V.

Euler 152-403, Col. Chapultepec Morales, México D.F.

Tel: 5 2555804 E-mail: trilce@data.net.mx

**DISEÑO** Juan Carlos Mena, Óscar Reyes, Aurora Morfín

**FORMACIÓN** Patricia Ortiz

**REDACCIÓN** Elvía Navarro, Andrés Rosales

**FOTO PORTADA** Enrique Bostelmann

Presa Huites, Sinaloa

**TLÁLOC-AMH** es una publicación trimestral de la Asociación Mexicana de Hidráulica. Para otros interesados dirigirse a Camino a Santa Teresa 187. Colonia Parques del Pedregal. C.P. 14010, México, D.F., Correo electrónico: asmexhca@podernet.com.mx Tel y fax: (5) 666-08-35. Certificado de licitud de título Núm. 8279 y de contenido Núm. 5828. Reserva de derechos al uso exclusivo Núm. 04-1998-062419345900-102. El contenido de los artículos firmados es responsabilidad de sus autores y no necesariamente representan 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.

# Índice



## 4 Ciencia y tecnología

Proyecto de riego  
río Santiago, Zacatecas

VÍCTOR J. DEL RAZO TAPIA

## 7 Sobreelevación de la presa Francisco I. Madero con tecnología Rubber Dam

CARLOS TORRERO CALLES

## 9 Presa derivadora "Las Blancas", Tamaulipas

ÓSCAR R. PLAISANT WONG

## 10 Los distritos de temporal tecnificado en manos de las asociaciones civiles de usuarios

CUAUHTÉMOC JACOBO FEMAT

## 13 Ahorro de agua y energía eléctrica mediante la rehabilitación de pozos agrícolas e introducción de sistemas modernos de riego

RICARDO R. MODESTO E.

JOSÉ MALDONADO R.

## 15 Histórico-social

Evolución de las zonas de riego en el México prehispánico

NAHUN H. GARCÍA

CARLOS ELIGIO BRAVO NIETO

## 19 El Tetzcotzinco. Uso agrícola del agua en el tiempo de Netzahualcóyotl

MIGUEL A. MEDINA

## 22 Gestión del agua

Agua para la producción de alimentos

CÉSAR O. RAMOS VALDÉS

POLIÓPTRO F. MARTÍNEZ AUSTRIA

## 26 Entrevistas

Vivencia actual en el Distrito de Riego 30 "Valsequillo", Puebla

LUIS O. RAMÍREZ

## 33 Noticias de la AMH

Congreso 2000

Reconocimientos a ingenieros

## 34 Publicaciones

Direcciones en internet, publicaciones y cursos





# Proyecto de riego río Santiago, Zacatecas

Por Víctor J. del Razo Tapia

*El proyecto de infraestructura hidroagrícola en el río Santiago, en el estado de Zacatecas, es el primer sistema para riego tecnificado con regulación desde aguas abajo que se construye en Latinoamérica. El proyecto y construcción de este sistema tiene como objetivo principal utilizar técnicas modernas de conducción y derivación que propicien un uso más eficiente del agua, y contribuyan a la consolidación de una nueva cultura del agua en el territorio nacional. Las ventajas sobresalientes que ofrece la aplicación de este proyecto son alta eficiencia en su conducción, derivación de gastos constantes, flexibilidad en el riego y mínimos requerimientos de operación.*

## INTRODUCCIÓN

México es un país en desarrollo que busca alternativas para lograr el bienestar de su población y solucionar sus problemas en forma integral.

La improvisación, la falta de planeación y proyección para el futuro, la realización de obras sin un estudio previo, son inadmisibles, ya que podrían representar serios peligros para el país.

Por tal motivo, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca se ha impuesto la tarea de crear sistemas hidráulicos con máximo aprovechamiento, eficiencias cada vez mejores y utilización del agua de manera moderada y racional.

**El Programa para Modernización de Distritos de Riego emprendido por las autoridades responsables, se basa en la introducción de nuevas tecnologías de probada eficiencia que hasta ahora no habían sido aplicadas en México, a pesar de la tradición agrícola que caracteriza a nuestro país.**

El uso adecuado del agua en las redes de riego, es uno de los objetivos primordiales en el país. Hoy en día, numerosas zonas de riego trabajan con poca eficiencia y sus producciones agrícolas son limitadas, ligándose este fenómeno con un gran consumo de agua; después de analizar el problema, se ha llegado a la conclusión que uno de sus detonantes ha sido la escasa modernización de los sistemas.

El Programa para Modernización de Distritos de Riego emprendido por las autoridades responsables, se basa en la introducción de nuevas tecnologías de probada eficiencia que hasta ahora no habían sido aplicadas en México, a pesar de la tradición agrícola que caracteriza a nuestro país.



## EL PROBLEMA DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA

En México aproximadamente 76% del agua consumida es utilizada para riego de cultivos; 17% en dotación de agua a las poblaciones y 5% para las industrias, y el resto en diversos usos.

Del agua correspondiente al riego, parte se pierde debido a varios factores, como son infiltración y evaporación, manejo erróneo o por la antigüedad de la infraestructura la cual, aunque se le da mantenimiento, no ha sido modernizada en ningún aspecto.

El análisis y diagnóstico de la problemática mencionada, han mostrado que las bajas eficiencias se deben a errores en la programación de riegos, falta de mantenimiento efectivo en la infraestructura, incongruencias entre el diseño de canales y la superficie por regar, así como falta de estructuras para garantizar el abasto constante a los usuarios, lo cual propicia que la cantidad de agua entregada en las parcelas no siempre es la adecuada para una producción óptima.

En el norte del país, la mayoría de los sistemas de riego aún se encuentran en las condiciones mencionadas; se espera que con la incorporación del proyecto río Santiago, se avanzará en el mejor aprovechamiento del recurso agua en esta zona.

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El sitio del proyecto está localizado a 206 km de la ciudad de Zacatecas, en el municipio de Miguel Auza, Zacatecas; colinda al este y al sur con los municipios de Juan Aldama y Sombrerete, respectivamente.

El mandato presidencial para dotar agua a los usuarios de esta zona, se cumplía mediante la derivación de los escurrimientos mansos del río Santiago, hacia canales naturales, sin revestir, localizados en ambas márgenes. El esquema del proyecto río Santiago, se apega al tradicional, está formado por una presa de almacenamiento con vaso, cortina, vertedor de excedencias y obra

ZONA DE RIEGO SANTIAGO,  
ZACATECAS.

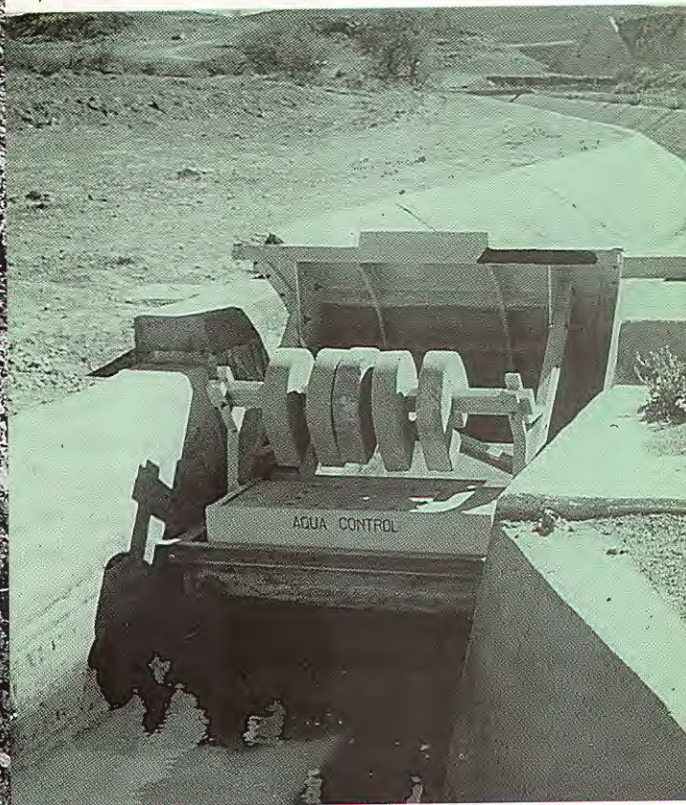


de toma, dos canales principales revestidos y una red de distribución parcelaria con tomas directas para cada lote. Sin embargo, lo relevante de este sistema, es que por primera vez en Latinoamérica, la regulación se efectuará desde aguas abajo, con la aplicación de dispositivos tecnológicamente avanzados y convenientes, a fin de proporcionar más flexibilidad al sistema ante las necesidades de los campesinos.

La característica principal del sistema son las represas; los dos canales principales mantienen el nivel de operación de manera constante, debido al represo automático producido, esto es, mediante compuertas hidromecánicas que controlan el nivel aguas abajo del dispositivo. Las compuertas están fabricadas con resina plástica reforzada con fibra de vidrio, la cual les agrega resistencia química y de menor costo.

La sección del canal no es prismática, sino creciente para que tramos del canal se utilicen para almacenamiento; por tanto, la línea en los hombros del canal debe ser horizontal. Este

COMPUERTA DE REGULACIÓN AUTOMÁTICA TIPO AVIS. ZONA  
DE RIEGO SANTIAGO, MIGUEL AUZA, ZACATECAS.





problema se solucionó mediante un control de elevaciones en campo, estricto y cuidadoso, efectuado por tres cuadrillas que trabajan de manera conjunta; la primera aplica en estaciones de 10 metros, mediante nivel fijo, estatal y reventón la cota de fondo, afectada por la pendiente de proyecto, la cota de hombro horizontal y constante en cada tramo. A continuación, la segunda cuadrilla forma el talud del canal por medio de una retroexcavadora, con la cuchara modificada, manejada por un operador experto que corta con precisión la profundidad indicada; la sección es afinada enseguida por un grupo de peones. Finalmente, la tercer cuadrilla reviste el canal de concreto, cuidando el crecimiento de la sección mediante afine manual y cercha sobrada

La instalación de los dispositivos hidromecánicos y su proceso de calibración es el más delicado, ya que requiere la participación del proveedor del equipo, quien supervisa la operación integralmente. La instalación de los módulos de gasto constante tipo doble máscara, aunque más sencilla, se realiza con sumo cuidado.

El proceso constructivo de la red de distribución (PVC), es similar al utilizado en el tendido de tuberías para agua potable, con la salvedad de que en algunos sitios determinados se colocaron piezas "T" para instalar válvulas alfalferas y construir pequeñas piletas en cada una.

#### OPERACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

El diseño de este sistema incluye la elaboración de un programa para riego, tipo manual de operación, que tome en cuenta las maniobras interparcelarias de riego, y considere la utilización de tuberías de compuertas para baja presión.

De hecho, una de las premisas básicas del proyecto consistió en considerar una operación lo más sencilla posible. Por tal razón, el diseño tiene un amplio margen de maniobra, consistente en que cada canal principal tiene capacidad suficiente para dar servicio al mismo tiempo a todas sus derivaciones laterales, situación extrema aunque probable.

ARCHIVO DE LA COMISION NACIONAL DEL AGUA.



REGADERAS INTERPARCELARIAS.



#### REFERENCIAS

Comisión Nacional del Agua, Memoria de Cálculo del Proyecto de Infraestructura Hidroagrícola Presa Santiago, Zacatecas, 1996.

Jean Goussard, Neyrtec Automatic Equipment for Irrigation Canals. Alshom, Inc. NY, U.S.A.

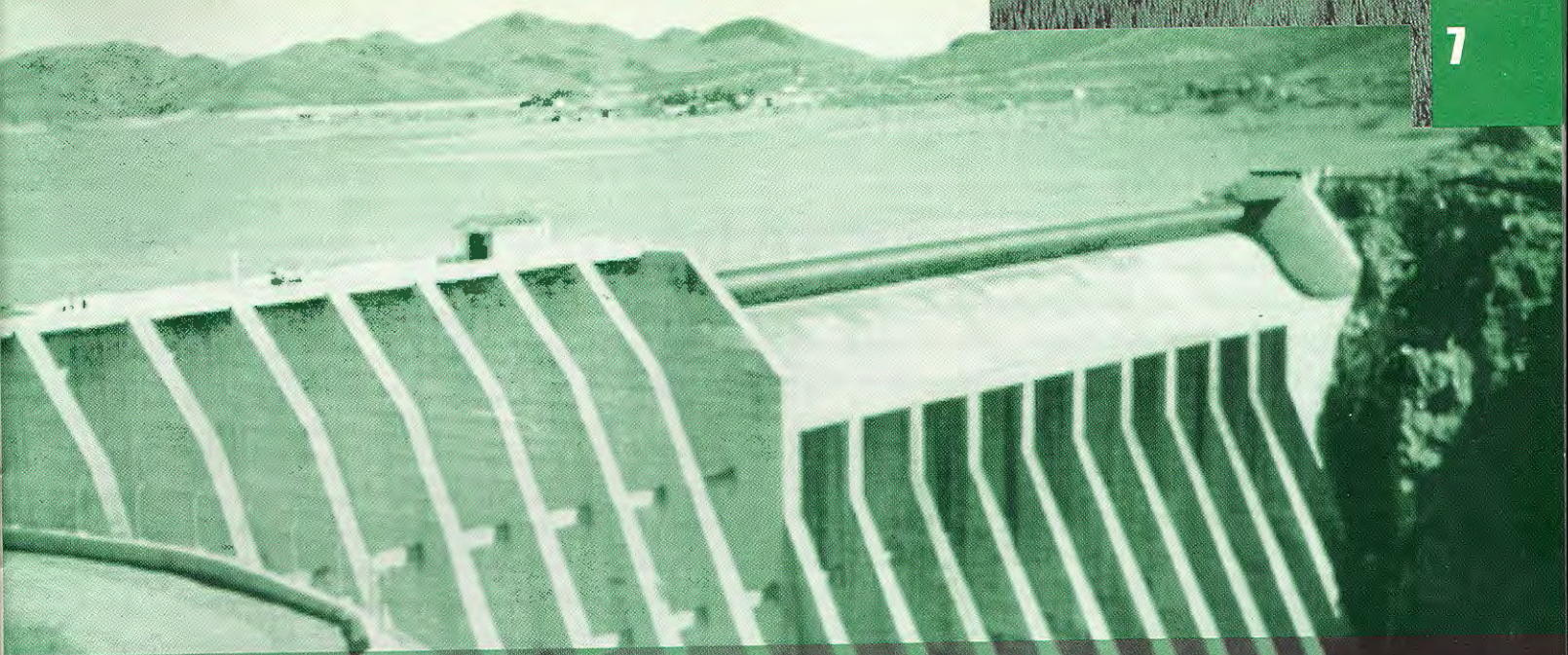
El tiempo de riego dependerá de la organización interparcelaria que tengan los campesinos, y de las piezas de tubería móvil de compuertas que adquieran. Para que los usuarios obtengan esas tuberías y las operen, requieren apoyos económicos y capacitación; actualmente, reciben apoyo de la Comisión Nacional del Agua.

En la operación del sistema, se aprovecha la ventaja principal de los dispositivos hidromecánicos, la automaticidad, que proporciona tiempos de respuesta casi instantáneos; esto reduce al mínimo el personal de represeo, y únicamente es necesario para labores de supervisión y atención a imprevistos. Los ahorros en tiempo y costo, así como el mejoramiento en la calidad de reacción en el represeo, son factores que justifican el establecimiento de este tipo de proyectos.

#### CONCLUSIONES

- Después de que se establezca el riego en la zona durante varios ciclos, mediante este sistema tecnificado, podrá evaluarse si es conveniente y oportuna su aplicación en el campo mexicano.
- El proyecto, construcción y operación de infraestructura de riego modernos, es indispensable para conseguir el mejoramiento de la producción hidroagrícola.
- El ahorro de agua, como consecuencia de la aplicación de métodos modernos de riego, debe ser el objetivo primordial compartido entre las autoridades y los usuarios productores.
- Es tiempo de aplicar en México técnicas modernas de riego que han sido utilizadas ampliamente en diversos países, con resultados alentadores.
- La investigación de técnicas novedosas que permitan hacer del riego agrícola una actividad barata, eficiente y sencilla debe ser impulsada. También podrían adecuarse tecnologías de origen extranjero a las condiciones particulares mexicanas.
- El proyecto de infraestructura de riego río Santiago, es relevante a fin de mejorar las técnicas para regulación de caudales y niveles. ■





# Sobreelevación de la presa Francisco I. Madero con tecnología Rubber Dam

Por Carlos Torrero Calles

*La mayoría de las presas construidas en México tienen problemas de azolvamiento o ingreso de sedimentos al vaso; la solución a éstos representa un gran reto para las autoridades que tienen bajo su responsabilidad el uso y manejo del agua.*

A fin de resolver esta problemática tradicionalmente han sido sobreelevados la cortina, el vertedor y la obra de toma, empleando el mismo material utilizado en el proyecto original; sin embargo, este método representa gran inversión en tiempo y costo. Con el objeto de disminuir el tiempo necesario para proporcionar mantenimiento a la obra afectada, así como el costo de las reparaciones, se propuso utilizar en México, por primera vez, la tecnología denominada "Rubber Dam" en la sobreelevación de la presa Francisco I. Madero.

La tecnología mencionada tuvo su origen en el Departamento de Energía de Los Ángeles, Cal., EUA, donde el ingeniero Norman Imbertson ideó, en 1956, el uso de un dique inflable anclado en una base de concreto construida en el cauce del río, para sustituir obturadores o compuertas de acero; los primeros

diques estaban formados por un cilindro de goma que podía llenarse con agua o aire, aunque este último elemento fue el más empleado por las ventajas que presentaba: mayor rapidez de inflado, mínimo mantenimiento, cilindros más ligeros, etc.; la primera empresa en fabricar estos cilindros en Estados Unidos los nombró Fabridam; todavía se hallan en servicio algunos de ellos instalados hace más de 25 años.

En 1978, la firma japonesa Bridgestone Corporation perfeccionó el modelo de diques inflables y los denominó Rubber Dam; a partir de esa fecha se han instalado más de 600 compuertas de goma inflable, principalmente en Japón, Estados Unidos, Taiwan, Indonesia y Canadá, los cuales no muestran signos de desgaste o deterioro.

Las compuertas o diques Bridgestone están fabricados con un polímero sintético altamente estable, desarrollado por Dupont para resistir el efecto de la luz solar, el ozono y aun el ataque de aguas saladas o contaminadas; adicionalmente, el espesor de la goma es muy superior al que se usó en diseños



anteriores, y está reforzada para soportar la tensión con 2 a 5 capas de nylon integradas a la goma mediante un proceso de curado por calor a 150°C y presión de 30 kg/cm<sup>2</sup>. Análisis de laboratorio y evaluaciones en el terreno, prueban la gran resistencia de las compuertas al desgaste y a daños por golpes de rocas; la bolsa de goma es flexible y muy efectiva para absorber la energía de las rocas que pasan rodando sobre ella.


Otra innovación de la empresa Bridgestone, es el empleo de una aleta sobre la parte superior del dique de goma para disminuir la oscilación durante el vertido, y que además permite a la compuerta descansar completamente plana sobre su base o losa de concreto, cuando está vacía, con lo que se evita un desgaste prematuro. La vida útil esperada para estas compuertas es de 30 años.

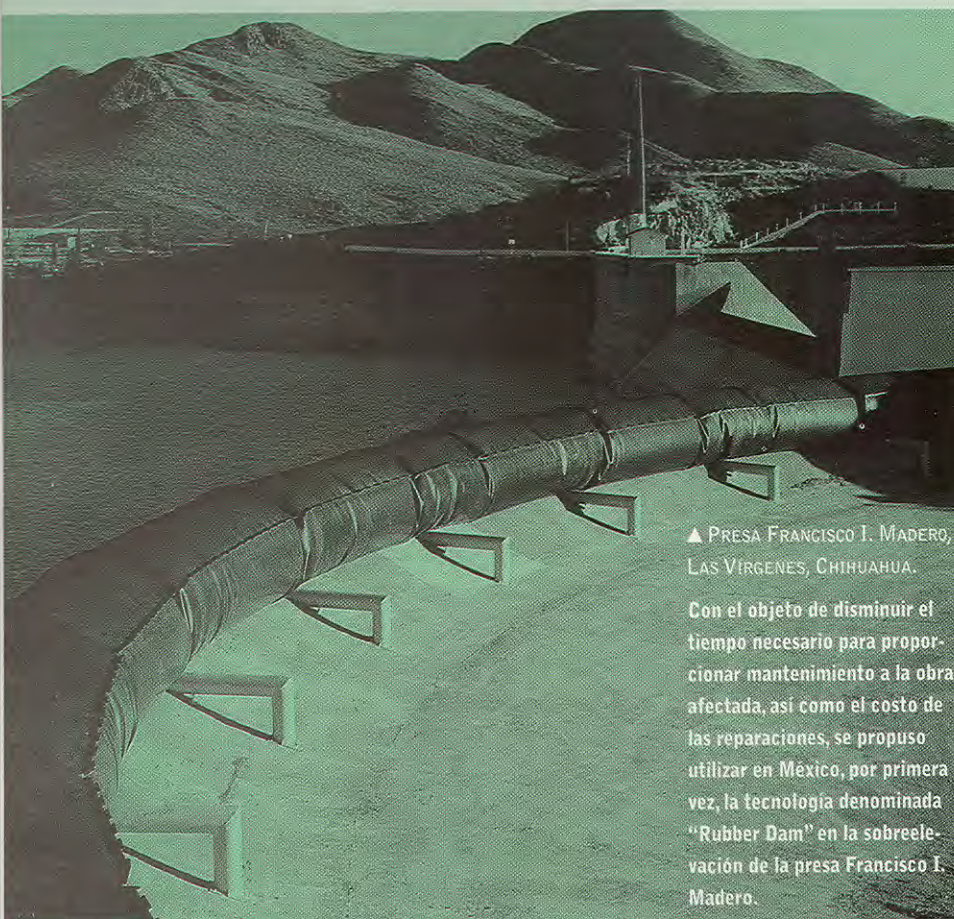
localizado en la margen derecha, con 145 metros de longitud y gasto de 3,460 m<sup>3</sup>/s. Durante los 50 años de operación de la presa se han generado 138 millones de m<sup>3</sup> de azolves en el vaso, lo cual disminuye su capacidad útil para riego y afecta la productividad del distrito.

La Comisión Nacional del Agua (CNA), dependencia responsable del manejo de la presa, llevó a cabo los estudios necesarios para restituir la capacidad de almacenamiento perdida por azolvamiento del vaso; una opción contemplada fue sobre elevar la cortina y los vertedores con concreto en la forma tradicional, propuesta que en lo económico representaba un costo de 130 millones de pesos, a precios de 1998, y cuya construcción requería entre dos y tres años.

Dada la inversión que representaba el proyecto mencionado, y tomando en cuenta que la política de operación para esta presa establece que no debe ser rebasado el nivel de aguas máximo extraordinario (NAME), la CNA decidió realizar sólo la sobre elevación de los vertedores, para lo cual fueron analizadas diversas opciones de solución que redijeran costo y tiempo de ejecución. La más factible por su técnica y lo económica resultó ser la solución a base de Rubber Dam.

En la presa Francisco I. Madero, el proyecto Rubber Dam consistió en colocar dos diques inflables a baja presión, constituidos por cilindros de goma reforzados con nylon, de 3 m de altura, con capacidad para almacenar 102 millones de m<sup>3</sup> adicionales y costo de 26.6 millones de pesos, lo cual representó 80% de ahorro respecto a la opción a base de concreto. La instalación de los diques en los vertedores, la obra civil y la obra electromecánica, se iniciaron en marzo de 1998 y se terminaron en noviembre del mismo año.

Debido a que el objetivo principal de esta presa es regular y aprovechar los escurrimientos naturales del río San Pedro, afluente del Conchos, a fin de suministrar agua para regar 30,000 hectáreas, y que la política de operación correcta consiste en almacenar agua al final de la época de avenidas y distribuirla cuando sea necesario, los cilindros de goma serán inflados sin llegar a rebasar el NAME. 



▲ PRESA FRANCISCO I. MADERO, LAS VÍRGENES, CHIHUAHUA.

Con el objeto de disminuir el tiempo necesario para proporcionar mantenimiento a la obra afectada, así como el costo de las reparaciones, se propuso utilizar en México, por primera vez, la tecnología denominada "Rubber Dam" en la sobre elevación de la presa Francisco I. Madero.

#### SOBREELEVACIÓN DE LA PRESA FRANCISCO I. MADERO

La presa Francisco I. Madero (Las Vírgenes), está situada en el río San Pedro, aproximadamente a 20 km de ciudad Delicias, Chihuahua, destinada a controlar los escurrimientos del río y satisfacer las necesidades del Distrito de Riego 05 Delicias, el de mayor importancia en el estado. La presa consta de cortina tipo gravedad, a base de machones con cabeza redonda y dos diques de materiales graduados localizados en ambas márgenes de la presa; la altura máxima de la cortina es 57 metros; tiene dos vertedores, uno recto de 112 metros de largo para un gasto de 2,540 m<sup>3</sup>/s integrado al cuerpo de la cortina, el otro de cresta curva



# Presas derivadora "Las Blancas"

T A M A U L I P A S

disponibilidad de agua, a través de varias acciones como son: construcción de la presa "Las Blancas" sobre el río Álamo en Tamaulipas; mejorar el uso del agua en el distrito e incrementar la eficiencia física del sistema de agua potable de Monterrey, entre otras.

En 1996, los gobiernos de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, el gobierno federal y el Comité Hidráulico del Distrito de Riego 026 Bajo Río San Juan (DR 026), suscribieron un acuerdo para incrementar la

Por Óscar R. Plaisant Wong

En agosto de 1998, después de elegir la alternativa que garantizara mayor seguridad y menor costo, se inició la construcción de la presa derivadora "Las Blancas" y su canal de interconexión sobre el río Álamo, en el sitio denominado "El Rameño", localizado 8.5 km al sureste de ciudad Mier, Tamaulipas. Con esta presa se aprovecharán los escurrimientos de la cuenca del río Álamo, afluente del río Bravo con los Estados Unidos, única corriente de la región cuyas aguas son 100 por ciento propiedad de México y que por carecer de obras para su control no se aprovechaba para derivarlos hacia la presa Marte R. Gómez y abastecer al DR 026. La presa será terminada en mayo de 2000.



## VERTEDOR

Alojado en el cuerpo de la cortina, tipo cresta libre de 850 m de longitud, con un gasto de diseño de 4,500 m<sup>3</sup>/s y

una carga de 1.88 m; al final del vertedor se tiene una cubeta deflectora.



## OBRA DE TOMA

Localizada en la margen derecha, con umbral a la elevación 84.0 msnm, diseñada para un gasto de 89.40 m<sup>3</sup>/s correspondiente al NAMO y 47.50 m<sup>3</sup>/s al NAMO, para alimentar el canal de interconexión y derivar el caudal a la presa Marte R. Gómez.

## OBRA DE TOMA PARA PRESERVACIÓN ECOLÓGICA

Para evitar que el cauce del río Álamo, aguas abajo de la cortina quede totalmente seco después de la construcción de la obra, se diseñó esta estructura integrada al cuerpo de la cortina y un gasto de diseño de 0.5 m<sup>3</sup>/s.



## CARACTERÍSTICAS DE LA PRESA

### CORTINA

Sección de concreto rodillado, con una altura máxima de 27.85 m, ancho de corona 5 m, longitud 2,682 m; taludes vertical aguas arriba y 0.8:1 aguas abajo. Capacidad de almacenamiento 124 millones de m<sup>3</sup>; superalmacenamiento 40 millones de m<sup>3</sup>; capacidades al NAMO y al umbral de la obra de toma 84 y 17 millones de m<sup>3</sup>, respectivamente.

## CANAL DE INTERCONEXIÓN ENTRE LAS PRESAS LAS BLANCAS Y MARTE R. GÓMEZ

Longitud de 21.72 km, incluye dos diques con 711 y 1,445 m de longitud.

El canal se diseñó con una sección trapecial revestida de concreto, que permite conducir un gasto de 47.50 m<sup>3</sup>/s hasta la elevación del NAMO y de 89.40 m<sup>3</sup>/s, para la elevación del NAME. ➤







## Los distritos de temporal tecnificado en manos de las asociaciones civiles de usuarios

Por Cuauhtémoc Jacobo Femat

*Las áreas del trópico húmedo y subhúmedo se caracterizan por tener altas precipitaciones anuales (1,700 mm en promedio), lo que provoca que en las planicies tropicales los terrenos permanezcan inundados la mayor parte del año, situación que propicia la pérdida de cultivos y de ganado, ocasiona deterioro a las vías de comunicación, e impide el tránsito de la población y el abastecimiento de servicios básicos, así como la salida de productos agropecuarios. En México, estas superficies suman más de 46 millones de hectáreas, de las cuales 7.5 millones tienen buen potencial agropecuario.*



Con la finalidad de incorporar estas zonas al desarrollo económico y social del país, se crearon los Distritos de Temporal Tecnificado (DTT). Estos distritos son áreas territoriales, ubicadas principalmente en las planicies tropicales y subtropicales del país, que se establecen mediante acuerdos de creación, y en las cuales se construye infraestructura hidroagícola consistente en drenes, caminos, bordos de protección y sus respectivas estructuras.

Actualmente la Comisión Nacional del Agua (CNA), atiende 16 DTT localizados en 8 entidades federativas: Chiapas, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nayarit, con una cobertura de 2'212,828 ha, donde realizan actividades productivas 82,122 usuarios de 836 comunidades.

La infraestructura total construida consiste en una red de drenaje de 3,241 km; red de caminos 4,420 km; bordos de protección 453 km y 6,219 estructuras de control, cruce y desfogue, que permiten la buena operación de los distritos.



▲ CONSTRUCCIÓN DE DRENES EN LOS DISTRITOS DE TEMPORAL TECNIFICADO.

## LA TRANSFERENCIA DE LOS DTT

El Programa de Transferencia de la Operación, Conservación y Administración de los Distritos de Temporal Tecnificado a los usuarios organizados, está fundamentado en la Ley de Aguas Nacionales, en sus artículos 76 y 77, y 111, 112 y 113 de su Reglamento, y en el Programa Hidráulico 1995-2000.

Este Programa se inició formalmente en 1995, de acuerdo con los siguientes lineamientos de estrategia:

- Constitución y consolidación de asociaciones civiles de usuarios, figura jurídica que les permite a los usuarios participar de manera formal en la descentralización de los DTT.
- Transferencia de tecnología de preservación de suelo y manejo del agua, con la finalidad de incidir positivamente en los indicadores productivos agropecuarios.
- Capacitación a productores y técnicos, para elevar la capacidad técnica, administrativa y de gestión de las asociaciones civiles de usuarios y consolidar el proceso de transferencia.
- Realización de trabajos de rehabilitación de infraestructura, para asegurar el aporte permanente de los beneficios para lo que fue construida.
- Dotación de maquinaria y equipo, congruente con el tipo y cantidad de obra, a las asociaciones civiles de usuarios para que hagan frente a la conservación de la infraestructura que se les transfiere.

El instrumento jurídico que norma y establece los términos, acuerdos y compromisos de la transferencia en los DTT, es el contrato de prestación de servicios.

Las primeras transferencias a las asociaciones civiles de usuarios se iniciaron a finales de 1996, hasta noviembre de 1999, la CNA suscribió el contrato de prestación de servicios con 23 asociaciones civiles de 13 distritos, que agrupan a 72,568 usuarios en una superficie de 2'069,956 ha, lo cual representa un avance del 95% en materia de transferencia.

A partir de esa fecha, se tienen resultados importantes en los trabajos de conservación que





realizan las asociaciones civiles, al tomar en sus manos y hacerse responsables de la infraestructura y la maquinaria que les fueron transferidas.

En estas áreas, las condiciones climatológicas (que se caracterizan por tener precipitaciones del orden de los 1,700 mm, y altas temperaturas) obligan a los usuarios a mantener la infraestructura hidroagrícola en buen estado de operación, por ubicarse en las partes bajas de las cuencas y por el acelerado crecimiento de la vegetación.

En los drenes el crecimiento de maleza y arbustos disminuye la capacidad de conducción hidráulica, lo que ocasiona desbordamientos y fracturas en los bordos. A esto se suman los grandes volúmenes de agua que provienen de las cuencas altas y medias, arrastran sedimentos, piedras y materia vegetal, y causan azolvamiento de drenes y ríos. En estos casos ha sido indispensable eliminar oportunamente, el azolve que obstruye el paso del agua para evitar inundaciones de los poblados y pérdidas en las áreas dedicadas a la agricultura y la ganadería.

En los caminos, la vegetación llega a cubrir las carpetas de rodamiento y los destruye y fractura por erosión hídrica, situación que llega a impedir la comunicación entre los centros de población, el tránsito de vehículos, el abasto de productos básicos y la transportación de cosechas, por lo que, para los usuarios, la conservación de los caminos se ha convertido en una prioridad, problema que ahora puede resolverse al contar con las herramientas adecuadas.

Los resultados alcanzados en materia de conservación, han motivado una mayor participación económica por parte de los usuarios, al haber una mayor sensibilización y conscientización de los beneficios de las obras.

#### Trabajos de conservación realizados por las A.C. con recursos propios y obtenidos a través de la gestión

Año	Drenes km	Caminos km	Invers. mills. \$	Beneficios Sup. Ha	Usuarios
1998	20.2	1,828	9.1	64,335	3,871
1997	8	1,590	3.4	47,581	2,866



▲ CONSERVACIÓN DE CAMINOS POR LAS A.C.

Las primeras transferencias a las asociaciones civiles de usuarios se iniciaron a finales de 1996, hasta noviembre de 1999, la CNA suscribió el contrato de prestación de servicios con 23 asociaciones civiles de 13 distritos, que agrupan a 72,568 usuarios en una superficie de 2'069,956 ha, lo cual representa un avance del 93% en materia de transferencia.



▲ LABRANZA PARA EL MANEJO DE AGUA DE LLUVIA Y CONTROL DE EROSIÓN.

## PRESERVACIÓN DEL SUELO Y MANEJO DEL AGUA

Por otra parte, con el propósito de minimizar el impacto de las lluvias en los terrenos productivos y en la infraestructura hidroagrícola, se promovió la adopción y aplicación de tecnología de preservación de suelo y de manejo del agua, consistente en prácticas productivo-conservacionistas que en la actualidad son utilizadas por los usuarios; estas actividades se llevan a cabo en las áreas de los distritos que presentan problemas críticos de erosión. Consisten en: construcción de presas filtrantes, construcción de drenaje parcelario, establecimiento de cortinas rompevientos, incorporación de residuos de cosecha, labranza al contorno, entre otras.

En estos trabajos los usuarios son asesorados por instituciones de investigación. En 1998 la superficie atendida con estas prácticas alcanzó las 121,190 ha.

Cabe mencionar que los beneficios derivados de las actividades realizadas por las asociaciones civiles, se han visto reflejados en la reducción progresiva de los azolves y escurrimientos (que son los principales causantes del deterioro de la infraestructura), en la disminución de los costos de cultivo, y en el mantenimiento sostenido de la productividad que se registra en las áreas donde se realizan dichos trabajos, además del beneficio que se observa en el entorno ecológico.

## PERSPECTIVAS DE DESARROLLO

A tres años de que las primeras seis asociaciones de usuarios recibieron en sus manos la operación, conservación y administración de la infraestructura hidroagrícola, aún es prematuro para realizar un balance real de los resultados e impactos de esta política, sin embargo, lo que sí podemos afirmar es que está generando un sentido de apropiación de la infraestructura por parte de los usuarios, iniciando con ello el camino hacia la autogestión y autonomía. ■



# Ahorro de agua y energía eléctrica mediante la rehabilitación de pozos agrícolas e introducción de sistemas modernos de riego

Por Ricardo R. Modesto Esparza  
José Maldonado Rosas

*Toda nación depende de los alimentos que produce para fortalecer su soberanía y poder alcanzar su desarrollo. En las regiones áridas y semiáridas de México, el riego ha sido una práctica fundamental para lograr un mejor rendimiento en las tierras de cultivo.*

Como dato basta saber que los 6.2 millones de hectáreas que conforman las tierras bajo riego en el país, representan el 30% de la superficie total cultivada y más del 50% en el valor total de la producción agrícola.

Con el fin de fomentar el desarrollo agrícola, a partir de la década de los setenta el sector agropecuario se benefició al recibir subsidios por diferentes conceptos, entre ellos el relativo al pago de la energía eléctrica para riego por bombeo.

Este subsidio no despertó en los usuarios una verdadera conciencia del valor de la energía ni



Los más de 9 mil pozos que hasta la fecha se han rehabilitado, representan un ahorro de energía eléctrica promedio anual de 519 GWh, que sería suficiente para satisfacer el requerimiento total del estado de Campeche.

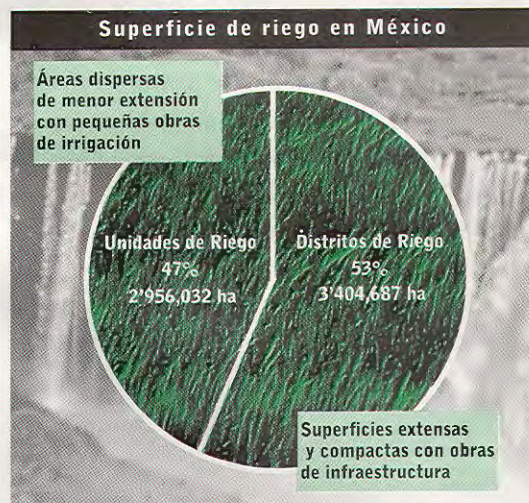
del agua, y sólo causó distorsiones en su aprovechamiento poniendo en riesgo el desarrollo sostenido en las regiones agrícolas que utilizan el riego por bombeo.

Para corregir tales distorsiones, combatir la sobreexplotación y preservar la reserva de los acuíferos, en mayo de 1990 la Federación inició una serie de modificaciones en la política tarifaria de la energía eléctrica utilizada en los sistemas de riego por bombeo (tarifa 09).

A partir del 29 de mayo de 1990, el precio del kilowatt-hora de bombeo ha tenido una serie de aumentos que han elevado de manera considerable los costos de producción en el campo, afectando a los agricultores.

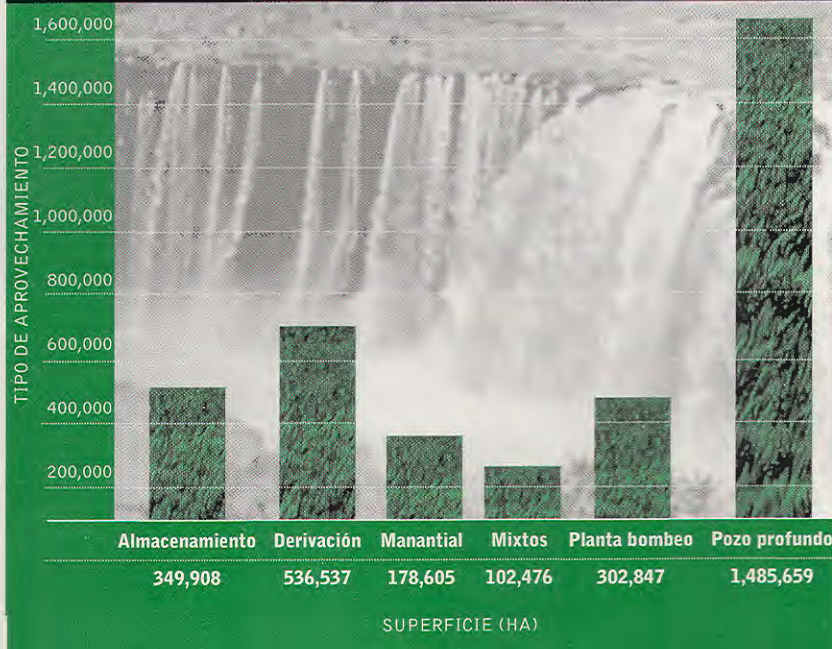
## ACCIONES DE APOYO A LOS USUARIOS AGRÍCOLAS DE RIEGO POR BOMBEO

Para atenuar en lo posible el impacto de los incrementos a la tarifa 09, el gobierno federal puso en marcha, en septiembre de 1990, el Programa de Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica, con el objetivo de propiciar un uso más eficiente de los recursos, ayudar a corregir las distorsiones generadas en los acuíferos, pozos, sistemas de bombeo y sistemas de riego.





## Superficie regable de unidades de riego

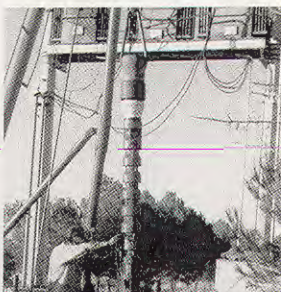


Mediante este programa se ha logrado reducir el consumo de energía y ahorrar agua en la aplicación de los riegos, ya que al elevar la eficiencia electromecánica, se mejora la productividad hidráulica. Para lograr lo anterior, al usuario se le apoya con el 50% del costo de la inversión; así mismo, con la rehabilitación de pozos y sus sistemas de bombeo, se incrementa la eficiencia electromecánica del 59 al 60%.

De acuerdo con los datos estadísticos, esta acción ahorra aproximadamente el 56% del consumo de energía eléctrica y al mismo tiempo permite al usuario instalar sistemas modernos de riego, lo cual aumenta la productividad y propicia la reconversión agrícola, al introducir más cultivos.

◆ AFORO CON MEDIDOR DE PROPELA.

INSTALACIÓN: BOMBA SUMERGIBLE DE 75HP CON UN GASTO DE 40 LTS. RANCHO EL ESCONDIDO, EL SUEZ, CHIH.



## PANORAMA GENERAL

En el país existen aproximadamente 59,492 unidades de riego que dominan una superficie de 2.9 millones de ha.

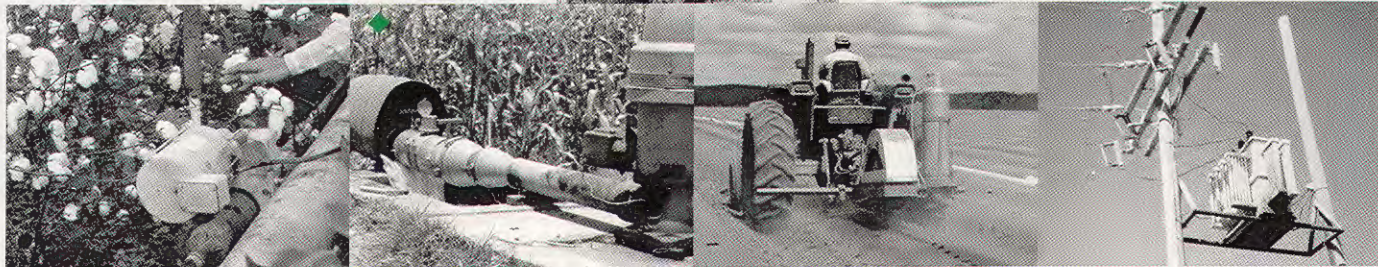
Del total de las unidades de riego, 28,576 son regadas mediante pozos y 5,187 con plantas de bombeo. Del año 1990 a la fecha, se han rehabilitado más de 9,000 pozos y para el 2006 se tiene el reto de hacer igualmente funcionales más de 22,000 pozos.

El programa ha tenido gran aceptación entre los productores agrícolas y gobiernos estatales, al constatar los grandes beneficios obtenidos, que rebasan por mucho las expectativas previstas, tiene como resultado que instituciones privadas como el "Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica", estén formulando convenios a nivel nacional con los gobiernos de los estados, para financiar la parte económica que les corresponde aportar a los usuarios.

Con los ahorros obtenidos, en un tiempo máximo de tres años, se recupera totalmente el monto invertido en la rehabilitación del pozo.

Además de los ahorros en energía eléctrica y en el aspecto económico, se obtienen nuevos parámetros hidráulicos reales del acuífero en el que se encuentra ubicado el pozo, sobre todo en los sobrexplotados, que sirven para determinar el volumen de agua factible de concesionar a los usuarios agrícolas.

Así mismo, al tecnificar las parcelas con riego presurizado, coordinados con SAGAR, se tiene un rescate de agua aproximado a los 781 millones de m<sup>3</sup> anuales; en algunos acuíferos sobrexplotados permitirá disminuir la extracción. En los de libre alumbramiento, podrían aun ampliarse las parcelas o bien tener dobles cultivos a fin de aumentar de manera considerable la producción agrícola y establecer el desarrollo sustentable, meta del sector agrícola del país. ◆





# Evolución de las zonas de riego en el México prehispánico

Por Nahun H. García<sup>1</sup>  
Carlos Eligio Bravo Nieto<sup>2</sup>

**Introducción** *En el desarrollo de zonas de riego y agricultura, México cuenta con una riqueza cultural que data de la época prehispánica, y se remonta a más de 4,000 años antes de la era cristiana. Este importante acervo cultural le da una identidad propia colocándolo entre uno de los países con mayor tradición respecto a la construcción de obras de infraestructura hidroagrícola. Este artículo presenta un resumen histórico del desarrollo de las zonas de riego en México, durante la época prehispánica.*

## AGRICULTURA EN EL MÉXICO ANTIGUO

En el espacio geográfico correspondiente a la actual República Mexicana, se han delimitado tres macroáreas que constituyen el territorio del llamado México antiguo: Mesoamérica, Aridoamérica y Oasisamérica.

La arqueología ha logrado establecer el comienzo de una agricultura incipiente hace 7,000 años, esto sucede cuando los grupos humanos, sin dejar de ser cazadores, dieron los primeros pasos para la domesticación de algunas plantas, habitaron en cuevas y más tarde formaron asentamientos próximos a fuentes de agua; estos grupos comenzaron a volverse sedentarios por la necesidad de cuidar los cultivos.

El surgimiento de la agricultura en el México antiguo fue un hito en la producción alimenticia, con el asentamiento se mejoró el nivel de vida de sus habitantes, favoreció el incremento de la población y propició el inicio de la vida comunal. La permanencia en un lugar les permitió desarrollar instrumentos de andesita, basalto y obsidiana por su dureza, utilizados, entre otras cosas, para labrar como las coas de madera, herramientas que servían para plantar las semillas de los cultivos. La actividad agrícola aumentó con la creación de variedades vegetales híbridas, tales como el maíz cultivado de alta productividad.



INDÍGENA DEDICADO AL CULTIVO DEL MAÍZ.

**El surgimiento de la agricultura en el México antiguo fue un hito en la producción alimenticia, con el asentamiento se mejoró el nivel de vida de sus habitantes, favoreció el incremento de la población y propició el inicio de la vida comunal. La permanencia en un lugar les permitió desarrollar instrumentos de trabajo utilizando andesita, basalto y obsidiana por su dureza, utilizados, entre otras cosas, para labrar como las coas de madera, herramientas que servían para plantar las semillas de los cultivos.**

Indicios claros de esta evolución se han encontrado en el valle de Tehuacán, en la sierra de Tamaulipas, en el valle de Oaxaca, y a orillas del lago de Chalco en la cuenca de México, sitios donde se observan vestigios que datan del periodo comprendido entre 5400 a.C. y 2200 a.C.

Las evidencias arqueológicas más antiguas de la irrigación en Mesoamérica, corresponden a la segunda mitad del periodo preclásico (CEHOPU, 1993); en Teopantecuanitlán, Guerrero, existen vestigios de una pequeña presa con tres metros de altura máxima, de la cual partía un canal de piedra, de origen olmeca fechada entre 1200 y 1000 a.C. Al norte de la Ciudad de México, en Santa Clara Coatitlán, se construyó hacia el 900 a.C. un sistema de canales que captaba agua de un arroyo, afluente del lago de Texcoco y la conducía hacia los campos de cultivo. Otra obra singular, ubicada en el valle de Tehuacán, fechada entre 900 y 800 a.C., era la presa de tierra Purrón cuyo diseño original tenía una altura menor a tres metros; sin embargo, después de sucesivas ampliaciones la elevación de su cortina llegó a alcanzar casi 19 metros en el siglo XII d.C. (SARH, 1988). Notable es también la presa construida en Monte Albán Xoxocotlán, Oaxaca, entre 550 y 400 a.C., la cual funcionó hasta el 250 d.C.; tuvo 80 metros de longitud y una altura máxima de 10 metros, planta en V y vértice hacia aguas arriba con una compuerta, la más antigua conocida en América.

<sup>1</sup> Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

<sup>2</sup> Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo





El encauzamiento de agua de manantiales para riego, más antiguo y notable que se conoce del México antiguo, entre 400 y 300 a.C., corresponde a las acequias de Hierve el Agua, cerca de Mitla, Oaxaca. Cada una, de sección cuadrada, tenía su origen en un manantial y de ellas se derivaban canales menores, constituyendo una eficaz red de riego.

Durante el periodo Clásico, correspondiente a los primeros 900 años de la era cristiana, se formaron importantes centros de población con verdadero esplendor; Teotihuacán, Xochicalco, Cholula y Tula en el Altiplano; El Tajín en el Golfo; Monte Albán en Oaxaca; Tingambato en el occidente; Copán, Yaxchilán y Palenque en el área maya. El poderío económico de estas sociedades tuvo su fundamento en la agricultura. En particular, Teotihuacán tenía excelentes recursos hidroagrícolas y contaba con tierras aptas para una agricultura integral gracias a su climatología.

Al inicio del Posclásico, Tula alcanzó su apogeo con 50,000 habitantes dedicados en su mayoría a diversas actividades relacionadas con la agricultura. Posteriormente, entre los siglos X y XIII arribaron al Altiplano grupos provenientes del centro-norte; entre ellos los mexicas o aztecas quienes se adaptaron a la región participando en la construcción y desarrollo de importantes obras de

#### ▲ MACROÁREAS CULTURALES DEL MÉXICO ANTIGUO

**Durante el periodo Clásico, correspondiente a los primeros 900 años de la era cristiana, se formaron importantes centros de población con verdadero esplendor; Teotihuacán, Xochicalco, Cholula y Tula en el Altiplano; El Tajín en el Golfo; Monte Albán en Oaxaca; Tingambato en el occidente; Copán, Yaxchilán y Palenque en el área maya. El poderío económico de estas sociedades tuvo su fundamento en la agricultura.**



▲ GRAN LAGUNA DE MÉXICO Y DIQUE DE NETZAHUACÓYOTL.

acondicionamiento lacustre, como diques, chinampas y canales. Este grupo trascendental en la historia del Altiplano y de toda Mesoamérica, fundó México-Tenochtitlan sobre un islote en 1325, que al ser transformado en una isla-plataforma evidencia sus avanzados conocimientos en hidráulica.

#### SISTEMAS DE RIEGO PREHISPÁNICOS

En Mesoamérica, dada su accidentada región geográfica, las fuentes de agua y por consecuencia los sistemas de riego estaban dispersos; Ángel Palerm [1955] identificó 382 emplazamientos en el siglo XVI prehispánico que significaron grandes obras hidráulicas en coincidencia con la distribución de los principales centros urbanos y con los núcleos hegemónicos de poder. Las zonas de irrigación controladas se distribuían principalmente entre el Altiplano y la vertiente hacia el Océano Pacífico. Tuvo especial importancia en la cuenca de México, en las cuencas del Amacuzac (Morelos), Atoyac y Nexapa (Puebla), Tula y Grande de Tulancingo (Hidalgo); así como en los afluentes al río Balsas correspondientes a los estados de Guerrero, Colima y Jalisco.

En la etapa final de la época prehispánica, la aplicación del riego permitió incrementar los rendimientos de la producción agrícola por cultivo y por superficie. Con base en evidencias arqueológicas y testimonios escritos, algunos del siglo XVI, se ha logrado identificar una gama de obras y sistemas de irrigación [Rojas, 1985].

*Sistemas de riego permanente que utilizaban agua de manantiales y ríos de flujo continuo.* Formados por presas, canales de tierra y de piedra revestidos con estuco, acueductos sobre taludes, y redes de acequias. Un ejemplo es el de Acolhuacán, en el antiguo señorío de Texcoco, datado en el periodo Posclásico, que irrigaba una amplia zona de terrazas. Otros sistemas hidráulicos similares, combinados con terrazas, se dieron en las estribaciones del Popocatepetl y del Iztaccíhuatl, localizados en los estados de Puebla, México y Morelos, abastecidos por ríos y arroyos alimentados por los deshielos de esos volcanes; por su parte, en Hierve



el Agua, Oaxaca, los vestigios mineralizados asociados con terrazas, probablemente correspondían a un sistema alimentado por un manantial permanente. Importante es también el sistema de riego del río Teotihuacán; tenía su origen en los manantiales cercanos al pueblo de San Juan Teotihuacán; en este caso, todavía a finales del siglo XVI el río diversificaba varios canales secundarios que irrigaban dos leguas de tierra al pasar por Acolman, Tepexpan, Tequisitlán y parte de Texcoco.



**El potencial productivo de la agricultura chinampera en la cuenca de México se enfrentó a la salinidad de las aguas, y a la irregularidad de los niveles de los vasos hídricos, pues el llamado "mar interior" configurado por un solo lago en el remoto pasado geológico, al modificarse el régimen pluvial y disminuir el escurrimiento de corrientes superficiales y subterráneas, el nivel de las aguas descendió hasta formar dos lagos de agua dulce al sur, Chalco y Xochimilco, y tres salobres: Zumpango y Xaltocan al norte y en la zona central el más grande de todos, Texcoco.**

*Sistemas de riego temporal que se sirvieron de ríos permanentes.* Funcionaban mediante obras hidráulicas temporales a base de presas de tierra con inclusión de elementos diversos como pastos, zacate, troncos, varas y piedras, las que se renovaban cada año. Se tienen testimonios de ellas en el siglo XVI en los ríos Los Remedios y Cuautitlán, en la cuenca de México. Para este último, el *Código Anales de Cuautitlán* registró su desviación hacia 1435, que modificó la configuración hidrológica de la subcuenca norte de México. El sistema de riego incluía una represa "de barro" que se reparaba cada año después del periodo de lluvias, de la cual partía un canal primario y de éste una red de canales secundarios.

*Sistema de riego temporal por inundación, con o sin canales.* Consistía en elevar el nivel del agua en la fuente (arroyos o escurrimientos sin curso en la temporada pluvial), mediante una estructura para obstaculizar el flujo y derivarlo hacia los terrenos por irrigar o a una toma, y después a un canal de conducción. Los sistemas sin canales, observados en Oaxaca y Chihuahua, estaban constituidos por bordos de tierra, piedra y ramas ubicados en laderas para formar terrazas escalonadas, aisladas o en pares en los valles con pendiente suave. La acumulación de sedimentos propiciada por estas barreras, daba lugar a superficies que retenían la humedad. En los sistemas con canales de una corriente intermitente mediante pequeñas presas, se deriva el agua a un canal primario, de ahí a secundarios y de éstos a las parcelas; éste es el caso de Teotihuacán, donde se beneficiaron tierras de la llanura aluvial intermedia del valle. Los terrenos de cultivo, rodeados por bordos de tierra formaban "caja" para inundar y humedecer el suelo.

*Sistema de riego a brazo.* Esta irrigación manual de plantas, tanto en almácigos como en campo, testimoniada en códices del siglo XVI, se practicó en zonas con alto nivel freático, excavando pozos o zanjas para almacenar agua y extraerla por medio de recipientes. Se ha localizado en la cuenca de Pátzcuaro, en Xochimilco, Acatlán (Guerrero) y en los valles de Oaxaca.

*Sistemas de riego permanente tipo chinampas o campos drenados.* La agricultura propiciada por estos sistemas ha perdurado hasta la época actual; implica no sólo convertir en áreas cultivables zonas mal drenadas sujetas a inundaciones estacionales, como son lagos y ciénegas de poca profundidad, debiéndose construir un complejo conjunto de obras hidráulicas. La chinampa es un sistema de alta productividad agrícola de dos tipos: "de tierra firme" y "de ciénega"; probablemente la primera en usarse fue la de tierra firme al descender los agricultores de terrazas a la orilla de un lago en busca de suelos más húmedos. Depurada esta tecnología, el paso siguiente fue la fabricación de



▲ AGRICULTURA EN CHINAMPA  
FOTO TOMADA DEL LIBRO  
EL MUNDO AZTECA



chinampas, o sea plataformas artificiales fijas levantadas en lagos de agua dulce poco profundos, formadas por capas de vegetación acuática (tule, lirios) superpuestas de modo que las primeras se hundieran y las últimas sobresalieran de la superficie del agua, aproximadamente 60 centímetros. El cuerpo de la chinampa, con planta rectangular, era reforzado periféricamente mediante estacas de sauce (ahuejotes) cuyas raíces, al llegar a la capa de cieno del lago, fijaban la chinampa de manera permanente. Previa la siembra, la superficie de la chinampa se cubría con tierra vegetal; la clave de la humedad es la porosidad de su estructura, propiciando el ascenso capilar del agua.

Las chinampas “de tierra firme” se construían abriendo canales a la orilla del lago con el fin de configurar una retícula cuadrangular; el lodo extraído del fondo de los canales se colocaba sobre las chinampas. Aunque el ascenso capilar del agua no era tan rápido como en el caso de la chinampa “de ciénega”, el estar circundada por agua garantizaba la humedad.

El potencial productivo de la agricultura chinampera en la cuenca de México se enfrentó a dos problemas; uno, la salinidad de las aguas, y otro la irregularidad de los niveles de los vasos hídricos, pues el llamado “mar interior” configurado



#### BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

CEHOPI. Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo. *Obras hidráulicas en América Colonial*, Madrid, España, 1993.

Palerm, Ángel, *Las civilizaciones antiguas del Viejo Mundo y de América*, Unión Panamericana, Estudios Monográficos, núm. 1, Washington, 1955.

Rojas Rabiela, Teresa et al., *Historia de la agricultura. Época Prehispánica-siglo XVI*, INAH, México, 1985.

SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos, *Agua y Sociedad: una historia de las obras hidráulicas en México*, México, 1988.

ILUSTRACIÓN TOMADA DEL LIBRO EL MUNDO AZTECA LUIS COVARRUBIAS

por un solo lago en el remoto pasado geológico, al modificarse el régimen pluvial y disminuir el escurrimiento de corrientes superficiales y subterráneas, el nivel de las aguas descendió hasta formar dos lagos de agua dulce al sur, Chalco y Xochimilco, y tres salobres: Zumpango y Xaltocan al norte y en la zona central el más grande de todos, Texcoco.

En periodos de lluvias intensas los lagos crecían, y por la diferencia de niveles vertían uno sobre otro, con el riesgo de quedar las chinampas sumergidas, o bien que quedaran sin humedad suficiente. Además, la intercomunicación entre los lagos propiciaba que al mezclarse las aguas salobres con las dulces se dañaran los cultivos. Para evitar estos inconvenientes, fue necesario construir albardones y diques para contener y separar las aguas de los distintos lagos, y en ocasiones para dividir un mismo lago y controlarlo por sectores, como el lago de Texcoco, dividido en dos partes mediante el albardón de Netzahualcóyotl, con ello fue posible concebir y ejecutar un complejo sistema de obras hidráulicas en tierra firme: acueductos, canales y acequias que conducían las aguas tanto de alimentación como de desalojo, así como a la dulcificación de algunos sectores del lago para la construcción de chinampas. ■

## CONCLUSIONES

Los pueblos mesoamericanos han heredado a la humanidad sistemas de producción agrícola propios, de los cuales todavía se pueden adquirir enseñanzas para alcanzar un desarrollo sustentable, basado en el uso y manejo eficiente y racional del agua disponible para riego.



# EL TETZCOTZINCO

Por Miguel A. Medina

## Uso agrícola del agua en el tiempo de Netzahualcóyotl

*El Tetzcotzinco es un cerro que forma parte del pie de monte de la Sierra Nevada, cordillera que limita el costado oriental de la cuenca de México, en el Altiplano central del país. La cuenca es una zona de clima templado con tendencia a cálido seco en su lado oriental, vientos moderados del noreste, régimen de lluvias de verano con 800 mm de precipitación promedio anual, y temperatura promedio de 18°C; es, desde hace 3,500 años, el “ombligo cósmico” de la nación.*

Situado en el oriente de la cuenca, a siete kilómetros de Texcoco en un lugar llamado Molino de Flores, el Tetzcotzinco es el último contrafuerte al pie del monte Tláloc, al norte de los volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl; es un cerro de 250 m de altura promedio, circundado por los cauces de dos grandes cañadas (la Cuaquia al norte y Atlapulco al sur), mismas que envuelven e irrigan su “sagrado pie”.

Tetzcoco fue, en el siglo xv, capital del señorío Acolhua, el segundo más grande de Mesoamérica después del Mexica. Hacia 1430, los acolhuas de Tetzcoco y los mexicas de Tenochtitlan crearon con los tepanecas de Tlacopan la Triple Alianza, señorío cumbre de las culturas mesoamericanas que floreció en el siglo anterior a la Conquista española, ocurrida en 1521.

El señorío Acolhua se extendía hacia las costas del Golfo de México, y de ahí al sureste y sur del país hasta llegar a Centroamérica; tenía su cabecera en el Acolhuacan ubicado en la margen oriental del lago de Tetzcoco, uno de los siete vasos hídricos de la cuenca de México; territorio de 327 km<sup>2</sup>, comprendía tres grandes ecosistemas de la cuenca: el lago, la planicie y el sistema montañoso.

◀ TERRAZAS AGRÍCOLAS DE EL TETZCOTZINCO.

FOTO: MICHAEL CALDERWOOD





En lo que respecta a la sede administrativa y política se dividía en dos sectores: el meridional con 110 km<sup>2</sup> de extensión y el septentrional con 215 km<sup>2</sup>, donde se encontraban los poblados de Tepellaoztoc, Tetzecoco y Tetzcotzincó.

En el sector septentrional se desarrollaron tres sistemas o distritos de riego: norte (34 km<sup>2</sup>), central (48 km<sup>2</sup>) y sur (25 km<sup>2</sup>), respaldados por la captación del agua proveniente de los manantiales de la sierra de Quetzaltepec, con altitud promedio de 2,750 msnm. El agua era conducida por canales labrados en la roca o construidos para ese propósito con argamasa (cal y tezontle) que desembocaban a una red de irrigación integrada por canales secundarios de distribución y decantación, en las que se incluían las terrazas para cultivo en las laderas serranas y piamontanas, a todo lo largo de los sistemas mencionados.

Así, el Acolhuacan se convirtió en un corredor agrícola e hidráulico en el que mediante estructuras como pozas, canales y albarradas conjugadas con los cauces fluviales y cañadas naturales, se logró dar una continuidad en el entorno ecológico que superó los efectos de la transgresión al medio natural ejercida durante la construcción de las obras para riego.

En la tradición acolhua, Tetzcotzincó es el sitio mitológico donde confluyen el *Tamoachan* y el *Tlalocan*, que en la cosmogonía mesoamericana configuran el sitio de origen del hombre a la vez de que su destino, respectivamente.

La imagen del Tlalocan, paraíso mitológico del dios Tláloc, es un gran cerro hueco que guarda en su interior las semillas esenciales que perpetúan la riqueza vegetal de la tierra (*tlaticpac*); el agua contenida en nuhes, lluvia, granizo, lagos, ríos y mares, así como el trueno y el rayo. Todo es custodiado por los *tlaloques*, divinidades del mundo agrícola.

El señor de Tetzecoco, Netzahnalcóyotl Acolmiztli (1402-1472), ocupó Tetzcotzincó bajo la concepción del Tlalocan; fundó el palacio real, lo rodeó de cuerpos, corrientes y caídas de agua y para su gusto lo colmó de vegetación con plantas traídas de diversas partes de su territorio.

A fin de obtener el agua requerida para construir la imagen húmeda y abundante del Tlalocan, se realizaron obras de captación y conducción des-

**El señor de Tetzecoco, Netzahnalcóyotl Acolmiztli (1402-1472), ocupó Tetzcotzincó bajo la concepción del Tlalocan; fundó el palacio real, lo rodeó de cuerpos, corrientes y caídas de agua y para su gusto lo colmó de vegetación con plantas traídas de diversas partes de su territorio.**



▲ TERRAPLÉN DEL SISTEMA DE REGADÍO SUR (CAÑO QUEBRADO). FOTO MICHAEL CALDERWOOD

**Para resolver dichos problemas se construyeron dos albarradas o albarradones, consistentes de grandes paredes con doble talud de roca, materiales cementantes y tierra, que unieron las laderas de los cerros en sentido oriente-poniente. El primero tiene aproximadamente 300 m de longitud y altura de 35 m; el segundo, 100 m de largo por 20 m de alto. Ambos contenían en la parte superior un canal para conducir el agua, construido principalmente con argamasa de tezontle y cal.**

de los manantiales de *Xochitlán*, ubicados en las faldas del cerro Tláloc, al norte de la sierra de Quetzaltepec. Veinte kilómetros de canales labrados en roca, o moldeados con argamasa, generaron una modificación sustantiva en el paisaje natural y con este sistema transportaron el agua desde el oriente a través de tres ramales.

Al respecto, esta red de canales para riego fue muy importante; gracias a su construcción se pudo planear integralmente y en términos ambientales la delimitación, vocación, uso de suelo, población y desarrollo sustentable de las tres grandes zonas del Acolhuacan septentrional, lo cual aportó beneficios económicos y sociales que fueron la base de la grandeza del señorío.

El sistema de regadío sur, donde está el Tetzcotzincó, se desarrolló en pequeñas colinas o elevaciones interfluviales localizadas a lo largo de las cañadas Cuaquia y Atlapulco en cuyas laderas de roca fue labrado un canal. El ramal de Texapo, manantial que alimenta este sistema, inicia a 5.5 km del Tetzcotzincó, en la elevación 2,650 msnm, y llega al colector ubicado en el cerro sagrado a 2,550 msnm lo cual indica que sus aguas bajaban 120 m de altura en 5.5 km de distancia; la pendiente del canal, 2.18%, era constante en todo el trayecto.

A fin de lograr esta pendiente, los constructores signieron una cota, casi la media alta de todo el recorrido, bordeando las cimas pequeñas y grandes a lo largo de todo el parteaguas de las dos subcuencas. En el trayecto encontraron dos problemas: 3 km antes del Tetzcotzincó se ubican dos pequeños cerros, unidos por sus faldas en la cota 2,565 msnm aproximadamente, eso requería trazar el canal a una altura de 2,600 m, debido a la pendiente fijada desde el manantial y la altura con la que necesitaban llegar al cerro. Además, el Tetzcotzincó y los cerros Metecatl y Cocotl estaban unidos a una altura de 2,510 msnm, y debían hacer llegar el canal a 2,550 metros.

Para resolver dichos problemas se construyeron dos terraplenes, consistentes de grandes paredes con doble talud de roca, materiales cementantes y tierra, que unieron las laderas de los cerros en sentido oriente-poniente. El primero tiene aproximadamente 300 m de longitud y altura de 35 m; el





segundo, 100 m de largo por 20 m de alto. Ambos contenían en la parte superior un canal para conducir el agua, construido con argamasa de tezontle y cal.

Los canales de riego son, desde entonces, característicos de la tecnología agrícola texcocana; unen y cruzan los pueblos, son parte integral del diseño de la vialidad y las bardas o bordes de colindancia entre predios y terrazas tanto de propiedad privada como ejidal y comunal; mantienen una estructura y dimensionamiento muy simples, pero funcionales; sin embargo, debido a su emplazamiento, a la técnica y materiales de construcción y al uso específico, tienen una variedad tipológica extraordinaria.

Los canales de riego dieron lugar al terracedo superior en las laderas de los cerros a lo largo de todo el sistema. Es muy probable que los primeros asentamientos humanos se iniciaran en las llanuras bajas de los pequeños valles fluviales para aprovechar el agua corriente de los cauces, así como las terrazas naturales creadas por hidromorfismo, en las cuales quedan espacio y suelos de aluvión disponibles y en las que, por desbordamiento del río, se dispone de riego natural para la siembra y el cultivo de plantas comestibles.

Es muy probable que después, cuando los acolhuas labraron y construyeron el acueducto

▲ LOCALIZACIÓN DEL ANTIGUO ACOLHUACAN. COLECCIÓN MEDINA Y ASOCIADOS ARQUITECTOS

**El Acolhuacan se convirtió también, en el siglo xv, en la principal zona de producción de granos en la cuenca, a la vez que en área prioritaria de poder y desarrollo, lo cual permitió a Netzahualcōyotl realizar el más preciado y maravilloso monumento, en el que dejaría la más profunda huella de su pensamiento, sensibilidad y corazón: el Tetzcotzincó.**

sobre las cimas y paredes superiores de los cerros, los agricultores reformaron la factibilidad de explotar intensiva y extensivamente la totalidad de los recursos naturales de la región. Sin duda, el canal les dio la oportunidad de irrigar por gravedad gran porcentaje de la superficie de las laderas; para poder cultivar necesitaban suelo, y a fin de obtenerlo construyeron miles de kilómetros de tecorrales (muros o muretes de piedras encimadas) y formaron un ashurado en las laderas, con los escalones que contendrían tierra suficiente para producir alimentos, dar sustento a todo el Acolhuacan y además, entrar en un periodo de abundante interacción simbiótica con los demás pueblos asentados en la cuenca. Una vez formados los tecorrales, las plataformas se rellenaron con suelo extraído de los depósitos lacustres y zonas boscosas, ricos en materia orgánica y compuestos por arenas, limo y arcillas arrastradas por el aluvión.

Otra característica adquirida por el paisaje tetzcocano se debió a los asentamientos en las cimas de los cerros con un esquema de vivienda, constituido por habitaciones de adobe ornamentadas con cal y canto, y terraza para cultivo familiar en distribución abierta y dispersa, articulada de manera funcional y espacial por los canales, depósitos de agua, registros y compuertas del sistema hidráulico; esto creó poblados homogéneos extendidos sobre las crestas del pie de monte; basamentos monocromáticos rectilíneos y curvilíneos escalonados formados por las terrazas de cultivo comunitarias y cañadas profundas, oscuras, habitadas por ruidosas corrientes de agua cobijadas por bosques de ailes, fresnos y liquidámbares.

Con estas prácticas constructivas, la región del Tetzcotzincó y del Acolhuacan adquirió una nueva fisonomía: se transformó de peniplanicie semiárida en paisaje agrícola y rural complejo, variado y unitario.

El Acolhuacan se convirtió también, en el siglo xv, en la principal zona de producción de granos en la cuenca, a la vez que en área prioritaria de poder y desarrollo, lo cual permitió al rey Netzahualcōyotl realizar el más preciado y maravilloso monumento, en el que dejaría la más profunda huella de su pensamiento, sensibilidad y corazón: el Tetzcotzincó. 🍀



# Agua para la producción

Por César Octavio Ramos Valdés  
Polióptro F. Martínez Austria

## VISIÓN PROSPECTIVA AL INICIO DEL SIGLO XXI

**INTRODUCCIÓN** *En un intento de visualizar los retos que la ingeniería hidroagrícola tendrá que enfrentar en el primer siglo del tercer milenio, surge la obligación de reflexionar acerca de las acciones cuya influencia será fundamental en el manejo del agua para la producción de alimentos, así como algunas consideraciones para una estrategia a mediano plazo.*

*La ingeniería hidráulica inicia este siglo con un paradigma de desarrollo y transformación de la naturaleza, que a pesar de sus logros, lo más probable es que una de sus metas sea la búsqueda de una nueva relación entre la infraestructura hidráulica y el medio natural, a fin de garantizar el equilibrio ecológico y el bienestar de aquellos grupos que aún no han sido favorecidos.*

*Existe consenso que enfrentamos una naciente crisis en materia de agua (Schiller, 1992; Serageldin, 1999). El enfoque tradicional de aprovechamiento de los recursos debe dar paso, en los hechos, a un enfoque de sustentabilidad, sin perder de vista que el punto primordial de la ingeniería hidráulica es contribuir a proveer de alimentos –cada vez de mayor calidad– a la creciente población del mundo.*

### LA SITUACIÓN ACTUAL; LOS RETOS

De acuerdo con los más recientes estudios (ONU, 1997), a nivel mundial y en algunas regiones de México, los actuales patrones para uso del agua no son sostenibles. Los volúmenes utilizados en muchos lugares son mayores que la disponibilidad natural, y esta tendencia tiende a hacerse aún más desfavorable debido al aumento de la población mundial, 6 mil millones de habitantes actualmente, y calculada en 8.3 miles de millones para el 2025. En México, la estimación más realista es de alrededor de 120 millones de habitantes en el 2020, año tomado como horizonte de planeación.



Las extracciones de agua en el mundo se han multiplicado seis veces respecto al 1900; actualmente un tercio de la población mundial padece por la escasez de agua, y se espera que en el 2025 este porcentaje aumente a dos tercios. Sin embargo, en la producción de alimentos el panorama no es tan negativo; según el más reciente reporte de la FAO (1999), el número de personas con desnutrición en los países en desarrollo ha disminuido en 40 millones, de 850 millones en 1990/1992 a 790 millones en 1995/1997. En América Latina el país con mayores avances ha sido Honduras, donde la desnutrición disminuyó del 31 al 21% de la población; es alentador reconocer que si se



# de alimentos

sólo por países con gran extensión territorial, como China o los Estados Unidos de Norteamérica. Sin embargo, en los últimos veinte años la tasa de crecimiento de la superficie de riego en la República Mexicana, ha disminuido notablemente por falta de recursos económicos.

A nivel mundial, la agricultura consume el 95.4% del agua disponible y debido a la necesidad de incrementar la producción de alimentos, este porcentaje no cambiará significativamente en décadas. Es importante dejar bien claro que la seguridad alimentaria del mundo depende del riego: 17% del área cultivada del mundo es irrigada, y produce el 40% de los alimentos. Por tanto, es previsible que en el futuro seremos aún más dependientes del riego.

En México, la extracción de agua para usos consuntivos se estima en 79 km<sup>3</sup>/año aproximadamente, y de acuerdo con datos recientes de la Comisión Nacional del Agua (1999), el 76% lo consume el riego de cultivos. Por otra parte, la SEMARNAP (1997), señala que sólo 14% del territorio mexicano es apto para la agricultura y menos del 26% de esa superficie tiene posibilidades de irrigación, lo cual proporciona un área potencial de riego de 7.25 millones de hectáreas. Actualmente en el país se cultivan 50 millones de hectáreas, 6.2 con riego, por lo que aún poco más de un millón de hectáreas son susceptibles de irrigarse. Así mismo, la superficie cosechada bajo riego es de alrededor 27% del total cultivada, pero el valor de la producción en estas tierras supera el 50% del total. La productividad de las zonas de riego en México equivale, en promedio, a 2.6 veces la de temporal.

La superficie de riego está repartida en 80 distritos, con superficie dominada de aproximadamente 5 millones de hectáreas, y alrededor de 25,000 unidades con superficie cercana a 2.7 millones de hectáreas. La eficiencia de conducción en unidades de riego es alrededor de 85%, y en los distritos 64% aproximadamente. En riego por surcos, la eficiencia de aplicación se estima en 55%, en aspersión 80%, en goteo 85% y 64% en microaspersión. En México, sólo 8% de

dedican los recursos económicos y el esfuerzo requerido, el problema de la desnutrición aún puede resolverse.

En México, con el siglo que termina es sin duda un adelanto el de la irrigación. Regiones completas se han desarrollado en pocas décadas; al amparo de la agricultura de riego, surgieron ciudades donde había sólo pequeños poblados y aumentó el bienestar general de la población.

Al inicio del siglo xx, con los avances obtenidos en los mejores años de la paz porfirista, México contaba con alrededor de 700,000 hectáreas bajo riego. Al finalizar la revolución, hacia 1926, el país ocupaba uno de los últimos sitios del mundo en superficie de riego; actualmente, con más de seis millones de hectáreas regadas, México se encuentra en el sexto lugar mundial, superado

**En México, con el siglo que termina es sin duda un adelanto el de la irrigación. Regiones completas se han desarrollado en pocas décadas; al amparo de la agricultura de riego, surgieron ciudades donde había sólo pequeños poblados y aumentó el bienestar general de la población.**





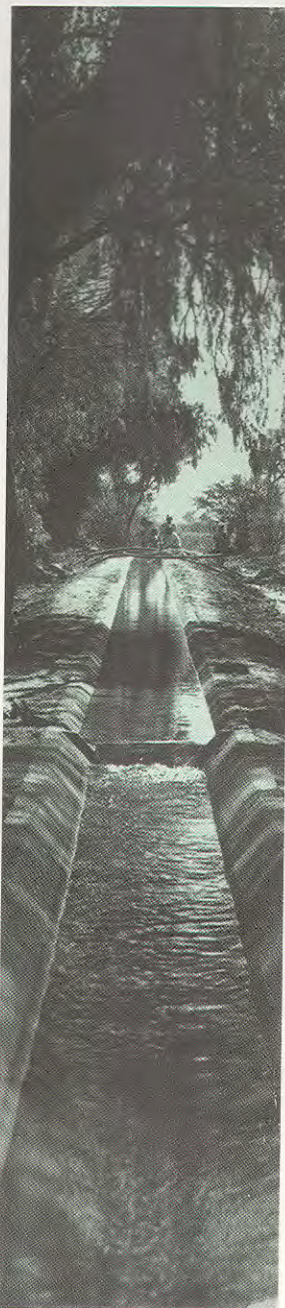
la superficie irrigada cuenta con sistemas mecanizados, ubicados principalmente en unidades de riego. La medición y control del agua en zonas de riego aún no es suficiente.

Una preocupación adicional es que 55% del agua de riego procede de fuentes subterráneas, muchas de ellas sobreexplotadas, lo que disminuirá en términos reales la disponibilidad en el futuro inmediato.

Ante esta problemática, el objetivo fundamental de la Comisión Nacional del Agua en materia hidroagrícola ha sido incrementar la producción partiendo del uso eficiente del agua, con base en las siguientes estrategias: impulsar la construcción de infraestructura de riego y de temporal tecnificado; modernizar y rehabilitar la infraestructura actual; apoyar el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios, y promover el desarrollo sustentable del riego agrícola, con acciones tendientes a evitar la contaminación, reducir la sobreexplotación del agua subterránea y fomentar una adecuada operación y mantenimiento de la infraestructura agrícola.

En México, la agricultura de riego enfrentará, en el futuro inmediato, un escenario con las siguientes características:

- Al incrementarse la población se elevará la demanda en forma considerable en la producción de alimentos. Si se considera elevar el nivel de vida, la demanda de alimentos será aún mayor. La posibilidad de aumentar la producción ampliando el área de cultivo de temporal, no será aceptable desde el punto de vista ambiental, por los daños a la ecología ocasionados por los cambios previsibles en el uso del suelo. En promedio, cada hectárea de riego sustituye a 2.5 hectáreas de temporal (Serageldin, 1999).
- La frontera agrícola probablemente deberá aumentarse con superficie de riego que, con métodos tradicionales, está cerca de ser alcanzada. También debe tomarse en cuenta la necesidad de proporcionar mantenimiento a la infraestructura actual, y la desalinización de extensiones importantes de suelos en los actuales sistemas de riego.



**En conjunto, se plantea un escenario con más demanda de agua para riego, con disminución en la disponibilidad, con mayor vigilancia de la sociedad respecto a la contaminación del agua y suelo que pueden producir las prácticas agrícolas, y más participación de los agricultores, y en general de los habitantes de una cuenca, en la toma de decisiones.**

- Las eficiencias y productividad en los actuales sistemas de riego son aún bajas, y el cambio a sistemas mecanizados para beneficio de grandes superficies, no se ve financieramente factible en el corto plazo.

- Aumentará la competencia por la utilización del agua, especialmente entre los sectores doméstico e industrial.

- El cambio climático aumentará las necesidades hídricas de los cultivos, particularmente en zonas áridas y semiáridas. En otros términos, se registrará un aumento de la demanda de riego.

- Debido a la competencia por el recurso, a la sobreexplotación de acuíferos y al cambio climático, en algunas regiones disminuirá la disponibilidad de agua en términos reales

- Para la sociedad del futuro, sólo será aceptable la agricultura sustentable, respetuosa del medio ambiente natural.

En conjunto, se plantea un escenario con más demanda de agua para riego, con disminución en la disponibilidad, con mayor vigilancia de la sociedad respecto a la contaminación del agua y suelo que pueden producir las prácticas agrícolas, y más participación de los agricultores, y en general de los habitantes de una cuenca, en la toma de decisiones.

#### ELEMENTOS DE UNA ESTRATEGIA DE MEDIANO PLAZO

Frente a este panorama, y si se quiere evitar una crisis en la disponibilidad de agua para producir alimentos, se requiere un amplio y ambicioso programa hidroagrícola, del que en este artículo sólo serán esbozados algunos elementos de una estrategia para el inicio del siglo XXI:

- El objetivo central de la política hidroagrícola seguirá siendo el incremento de la producción de alimentos, con más calidad nutricional y valor económico; integrar el concepto de sustentabilidad, que debe traducirse en métodos de producción que conserven el medio ambiente, y en lograr una mayor participación social en la toma de decisiones.



■ Hacer de la modernización una de las columnas fundamentales de la estrategia hidroagrícola, incluyendo el desarrollo y transferencia de tecnologías apropiadas.

■ Realizar los cambios institucionales necesarios en la cabeza de sector, en los estados y en las organizaciones de usuarios, para incrementar la productividad del agua y la eficiencia en la gestión de la infraestructura.

■ Efectuar la operación de los sistemas de riego en un marco integral, de gestión del agua a nivel cuenca y evitar en lo posible, la fragmentación de políticas y prácticas en el manejo del recurso.

■ Si bien debe mantenerse un enfoque de gestión centrado en la disminución de la demanda mediante un uso más eficiente del agua, será indispensable contar con los recursos económicos necesarios para incrementar la superficie de riego, para lo cual deberá hacerse una gran labor entablando comunicación y logrando el convencimiento de la sociedad.

■ Promover una cultura de eficiencia en el uso del recurso, basada en la divulgación y la capacitación, así como mediante la elaboración de normas de calidad para productos y servicios, y la verificación de su cumplimiento por los proveedores del subsector hidroagrícola.

■ Promover el reúso del agua tratada en la agricultura.

#### REFERENCIAS

CNA (1999), *Panorama actual del agua en México. Atención nacional a los componentes del capítulo 18 de la agenda 21*, julio de 1999, México.

FAO (1999), *El estado de la seguridad alimentaria en el mundo*, Roma, Italia.

ONU (1997), *Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world*, publicada por el Stockholm Environment Institute, Suecia.

Shiller E.J. (1992), *Water Resources: An emerging crisis*, International Water Resources Association, Special Issue "Sustainable water resources management in arid countries".

SEMARNAP, INEGI (1997), *Estadísticas del medio ambiente, 1997*, INEGI, México.

Serageldin, I. (1999), *Looking ahead: water, life and the environment in the twenty-first century*, International Journal of Water Resources Development, Volume 15, Special Issue, numbers 1&2 March/June 1999.

■ Propiciar el aumento de zonas susceptibles de riego, mediante la incorporación de tecnologías apropiadas, ecológicamente aceptables, para el cultivo en superficies con pendientes pronunciadas y en el trópico húmedo.

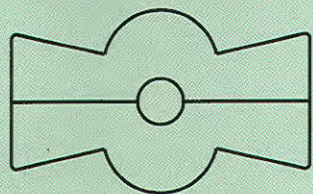
■ Mediante el desarrollo y aplicación de tecnologías apropiadas aumentar la eficiencia y productividad en sistemas de riego con pequeñas superficies.

■ Incrementar la eficiencia a nivel parcelario en los actuales sistemas de riego, mediante la medición y control del uso del agua, y aumentar la capacidad técnica y de gestión en las organizaciones de usuarios.

■ Incrementar las acciones de recuperación y conservación de suelos.

El cambio fundamental será responsabilidad de los especialistas en ingeniería hidroagrícola, en la manera de pensar, enfocar y resolver nuevos problemas en un escenario mucho más cambiante en lo social, lo técnico, lo político y aun en lo climático, con una mayor conciencia sobre la transformación de la naturaleza y por ello, con mayor responsabilidad, incorporar a la hidráulica los paradigmas de las ciencias ambientales, a fin de contribuir al desarrollo sustentable sin olvidar el propósito fundamental de incrementar la producción de alimentos, en cantidad y calidad. ☛

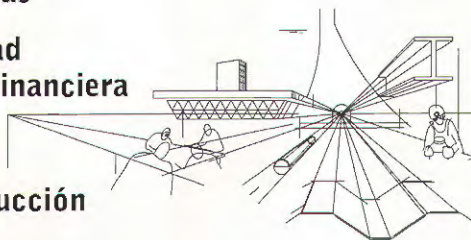
## CIEPS CONSULTORES, S.A. DE C.V.



# CIEPS

cieps@data.net.mx

- Consultas
- Investigaciones técnicas
- Estudios de factibilidad técnica, económica y financiera
- Proyectos definitivos
- Supervisión de construcción y de procesos



Córdoba 127 Col. Roma México D.F. 06700 Tel 5 5841699 Fax 5 5747441

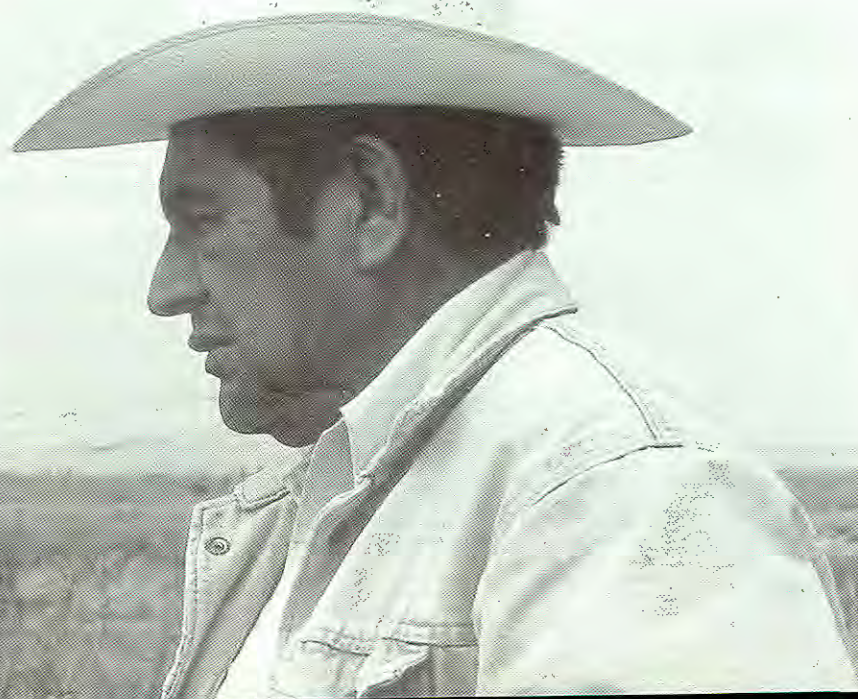


# Vivencia actual en el Distrito de Riego 30

## “Valsequillo”, Puebla

Por Ing. Luis O. Ramirez

*Existen mil aspectos importantes en torno a la infraestructura hidroagrícola, que la afectan y se ven influidos por ella, técnicos, sociales, políticos, económicos, financieros, etc. Algunos altamente satisfactorios; otros, está prohibido mencionarlos. Cada quien tiene su vivencia y enfoque personal. Es mucho lo que se ha hecho y más aún lo que falta por hacer... el proceso está en marcha: vamos en el camino.*





El Distrito de Riego número 30 "Valsequillo" localizado en el estado de Puebla, comprende seis módulos de riego. El proceso de transferencia del distrito a los usuarios se inició en 1993; la etapa final, con la entrega de la "red mayor", está prevista para mediados de este año. En este artículo se presentan las experiencias de los señores Eduardo Meléndez Santos y Feliciano Torres presidentes del Módulo 3; Rubén Huerta Camarillo, presidente en funciones del Módulo 4, y Francisco Lezama, usuario del Módulo 2.

Eduardo Meléndez Santos ha trabajado en el campo toda su vida, prácticamente desde niño; fue el primer presidente del Módulo 3 que atiende 3 mil hectáreas, trabajadas por 1,300 usuarios y comenta:

Iniciar el proceso de transferencia fue extremadamente problemático. Al principio nadie lo aceptaba, ¿quién quería recibir una infraestructura hidroagrícola tan deteriorada? Además, hacerse cargo de una serie de actividades totalmente desconocidas para los usuarios, ya que siempre habían sido responsabilidad de la Comisión Nacional del Agua (CNA); sin embargo, la transferencia arrancó y los usuarios aceptaron el reto de operar el distrito y distribuir el agua, pero demostrar que eran capaces de lograrlo era otro asunto.

Durante los 3 años que le correspondieron como directivo, se empeñó en aprender y superarse, y en su módulo se disminuyó la lámina de riego (cantidad de agua para regar una hectárea) de 42 a 32 cm, lo que significó un gran avance. ¿Cómo lo consiguieron? Ahora que son los usuarios quienes tienen que operar, distribuir, administrar y solucionar los problemas que implica el manejo del



**Con todo el trabajo que cuesta producir, no hay a quien venderle. Los compradores no quieren pagar bien las cosechas, y lo que se obtiene por la venta es menos que el costo de producirla... no se saca ni para los gastos; por esto, el nivel de vida del agricultor y su familia definitivamente no ha mejorado. La causa de fondo de esta situación es "la política" de las autoridades involucradas.**

*DR 30 "Valsequillo" fue creado por acuerdo presidencial del 22 de noviembre de 1944; inició su operación en 1946. Está formado por tres unidades que comprenden 17 municipios; con superficie de 33,820 ha y proporciona servicio a 10,793 usuarios. Su principal fuente de abastecimiento es la presa Manuel Ávila Camacho que domina 25,942 ha y el resto es abastecida por bombeo de pozos profundos. Los cultivos principales son: maíz, frijol, chile, tomate y alfalfa.*

agua, han tomado mayor conciencia de su valor y ya no la desperdician, la cuidan mucho más para que se use adecuadamente.

### EL PEOR DE LOS PROBLEMAS

Con todo el trabajo que cuesta producir, no hay a quien venderle. Los compradores no quieren pagar bien las cosechas, y lo que se obtiene por la venta es menos que el costo de producirla... no se saca ni para los gastos; por esto, el nivel de vida del agricultor y su familia definitivamente no ha mejorado. La causa de fondo de esta situación es "la política" de las autoridades involucradas.

Otro problema es la falta de comunicación entre los usuarios, algunos aún ignoran "... que ya somos una asociación y que nosotros nos dirigimos", afirma el señor Meléndez.

### UNA FORMA DE PENSAR: LA SABIDURÍA DEL CAMPO

Primero hubo fricción entre los módulos y empleados de la CNA, pensaban que los usuarios les quitarían su trabajo; después desapareció esa rivalidad y se fortaleció la amistad. "... todos vamos en el mismo barco, o jalamos parejo o no salimos a flote. Siempre podemos llegar a una solución si nos ponemos en los zapatos del otro", afirma Eduardo Meléndez.

Los costos de operación, mantenimiento y rehabilitación son muy elevados, se necesita más dinero, "... ya no existe el paternalismo de antes (papá gobierno me lo da), ahora es diferente, ya es nuestro y nos cuesta a nosotros, los usuarios tenemos que cuidar el agua, regar a tiempo y no rivalizar ni pelear por fronteras... falta más preparación en la gente del campo para poder aprovechar mejor un proyecto de esta magnitud... la cultura del campo se debe mejorar con el paso de las nuevas generaciones, es indispensable seguir informándose, actualizándose, aprendiendo".

Es muy triste que debido a la pobreza, todavía exista tanta desorganización, falta de preparación y marginación en el campo; por eso, cuando vienen los "candidatos" y regalan "gorritas", logran que la gente vote por ellos. Los usuarios del Módulo 3 son gente 100% campesina, que lo único que pide es la entrega del agua a tiempo.



*“Siempre hay descontentos, lo importante es olvidar diferencias, borrar fronteras, todos somos productores, tenemos un fin común y hay que luchar unidos por el beneficio de todos. Día con día aparecen nuevos problemas, el campo siempre nos plantea distintos retos... Nunca se acaba de aprender”.*

#### LA TRANSFERENCIA SÍ FUNCIONA

“... en un principio yo no creía en la transferencia, y no la quería, pero ahora sé que es lo mejor, y pienso que es necesario integrarse a fondo, conocerla y participar... mi experiencia como directivo fue maravillosa... comprobamos que el agua sí alcanza para regar todas las parcelas, y que sí se puede mejorar el funcionamiento porque nosotros somos los que estamos en juego y nosotros sabemos lo que necesitamos”, expresa Eduardo Meléndez.

#### LAMENTABLE: NUNCA FALTAN LOS INTERESES POLÍTICOS

Entre los problemas que se enfrentan están los alborotos ocasionados por líderes de la región, desafortunadamente nunca faltan e incitan a la gente a protestar por el precio del agua; en realidad, lo que buscan son “trampolines políticos”. Hoy, que son ellos quienes deben hacer pagos de personal, equipos e insumos de oficina, maquinaria para mantenimiento, etc., han comprobado que el ingreso por cuotas de riego no es suficiente, y que el servicio vale mucho más de lo que realmente cuesta.

Entre los problemas que se enfrentan están los alborotos ocasionados por líderes de la región, desafortunadamente nunca faltan e incitan a la gente a protestar por el precio del agua; en realidad, lo que buscan son “trampolines políticos”.

Hoy, que son ellos quienes deben hacer pagos de personal, equipos e insumos de oficina, maquinaria para mantenimiento, etc., han comprobado que el ingreso por cuotas de riego no es suficiente, y que el servicio vale mucho más de lo que realmente cuesta.

La figura jurídica que recibe el distrito de riego transferido, es la Asociación Civil de Usuarios; actualmente opera, administra y maneja la red menor de riego y drenaje del distrito. Esta asociación logró que el módulo fuera el que regó en menor tiempo y con menos lámina; así mismo, comenzaron a usar un programa especial de cómputo para controlar los riegos; obtuvieron crédito para comprar semilla mejorada, incrementaron el rendimiento promedio de 3 a 7 ton/ha. Una de sus grandes satisfacciones, fue haber sido visitados por un grupo de funcionarios de Nepal interesados en conocer sus experiencias. Este módulo está considerado el mejor del distrito por los rendimientos logrados, gracias a la colaboración de todos los usuarios.

#### ELECCIONES DEMOCRÁTICAS

Concluidos los 3 años correspondientes al primer presidente del Módulo 3, se efectuó el cambio de mesa directiva. Los nuevos dirigentes fueron electos por votación de los usuarios, y capacitados por sus compañeros que dejaban el cargo.

*Al iniciar el proceso de transferencia, la CNA se encargó de proporcionar a los usuarios el apoyo requerido y capacitación en todos aspectos. Actualmente, funge como rectora y supervisora de la operación realizada por la Asociación de Usuarios, y continúa brindándoles asesoría.*

## h2oinfo



## ANUR

### ASOCIACIÓN NACIONAL DE USUARIOS DE RIEGO, A.C.

Organismo que reúne a distintas agrupaciones agrícolas del país, constituidas como asociaciones o sociedades de usuarios para la administración descentralizada de los distritos de riego, así como asociaciones creadas para administrar unidades de riego o empresas de riego agrícola.

Asociación civil creada en 1994, sin fines de lucro destinada a prestar diversos servicios y apoyos a sus miembros para mejorar el riego agrícola, promover el uso eficiente y racional del agua, canalizar sus inquietudes o propuestas y facilitar la administración de los sistemas e infraestructuras de irrigación, así como ampliar la participación de los usuarios de distritos, unidades y empresas de riego en el desarrollo hidráulico y desarrollo rural integral del país.

DIRECCIÓN Miguel Ángel de Quevedo No. 8-101, Col. ExHda. de Guadalupe Chimalistac, C.P. 01050 teléfonos: 5661-1792, 5661-2792 y 5661-1546 e-mail: anur@prodigy.net.mx



Feliciano Torres Anaya, actual presidente del Módulo 3 del Distrito de Riego 30, también ha trabajado toda su vida en el campo; expresó que en un principio tampoco estaba de acuerdo con la transferencia, pero debido a su interés en la gente del campo, decidió ponerle mucho entusiasmo para que nadie se quede sin regar como antes sucedía.

Ahora se riega en forma más responsable y eficiente, hay más orden y no tantos abusos como antes, el Módulo 3 opera bien, aunque falta mucho trabajo de conservación. El señor Torres aprendió mucho viendo cómo trabajó Eduardo Meléndez, quien enfrentó duras presiones; comenta que al hablar con los usuarios y lograr acuerdos, comprobaron que la Asociación de Usuarios sí tiene fuerza, que se les trata con respeto y que sí se puede hacer justicia. "...la gente de campo, 'mi clase', es gente sana, humilde, derecha y hay que cumplirles, yo siento en carne propia los problemas de mi gente y lucho por defenderlos...".

Durante su gestión, Feliciano Torres ha recibido apoyo, cuando lo ha solicitado, de las autoridades del estado de Puebla y del gobierno federal aunque, no ha sido fácil. Dado que todavía es necesario ahorrar más agua pidió, a través del programa "Alianza para el Campo", apoyo para revestir 16 km de canales laterales; recibe del gobierno federal 50% del costo de la obra y los interesados aportan el otro 50%. Con estos trabajos ahorrarán 5 millones de metros cúbicos de agua, suficientes para regar 500 hectáreas adicionales.

#### EL CAMPO AVANZA PASO A PASO

Durante el año agrícola, el Módulo 3 aplica tres riegos y realiza asambleas que coinciden con las temporadas de irrigación, a las que asisten dos delegados representantes de cada una de las 13 comunidades que integran este módulo, los que asumen la responsabilidad de informar a los usuarios sobre los asuntos tratados en las reuniones y los acuerdos respectivos, aunque en realidad no siempre lo hacen, y por tanto, algunas veces la gente protesta.

Los integrantes de la mesa directiva de cada módulo, formada por presidente, secretario, tesoroero y dos miembros del consejo de vigilancia,

reciben una compensación económica verdaderamente simbólica... todos ellos viven del campo. El periodo de actividades de Feliciano Torres está por concluir; su gente está contenta con los resultados obtenidos y le han pedido que permanezca otro periodo, ya que se permite una reelección... "él todavía lo está pensando". Esta experiencia le ha dado grandes satisfacciones, consiguió avances importantes, cumplió con lo ofrecido, la gente lo valora; él se siente orgulloso pero cansado, porque la responsabilidad del presidente de una mesa directiva es desgastante.

*El que los propios usuarios manejen la distribución del agua para riego, ofrece muchas oportunidades y ventajas que se deben aprovechar.*

#### AHORA HAY MAYOR CONCIENCIA DEL COSTO DEL AGUA PARA RIEGO

Se necesita mucho mantenimiento en el Módulo 3, nivelación de tierras, pagar los estudios que hacen falta... y el dinero no alcanza. Operar, administrar y conservar tal como lo marca el título de concesión, cuesta mucho; por eso deben incrementarse las cuotas por riego, es indispensable que los usuarios estén conscientes de lo que cuesta el recurso. Estimaciones realizadas indican que la cuota por riego, debe incrementarse a \$145 por hectárea (actualmente se cobra entre \$50 y \$70). Definitivamente no se puede comparar el beneficio que tiene la agricultura de riego contra la de temporal que es muy riesgosa.

"... Yo sólo tuve hasta tercero de primaria... mi mayor orgullo es haber llegado hasta aquí y haberle dado carrera a todos mis hijos", comenta Feliciano Torres. Lo que más se necesita para que todo marche mejor, son ganas de trabajar, honestidad, cumplir con los pagos de cuotas y transparencia en el manejo del dinero para que no haya malversación de fondos.

La CNA y SAGAR están en constante contacto con los directivos de los usuarios, les brindan información, asesoría y orientación respecto a diversos programas establecidos como "Alianza para el Campo" y "ProCampo".



**En el país existen 39,492 unidades de riego de las cuales 1,828 se riegan por medio de almacenamiento; 3,473 por derivadoras; 1,454 por manantiales; 974 aprovechamientos mixtos; 3,187 por planta de bombeo y 28,576 por pozos profundos.**



*¿Qué es lo que hace falta? Ser un buen productor, cumplir con la familia, mejorar el rendimiento de los cultivos, regar con más eficiencia, sacar adelante el módulo, demostrar que puede cambiarse la imagen que se tiene del campo.*

#### PRÁCTICAMENTE SE HAN HECHO MILAGROS CON MÍNIMO CAPITAL

Rubén Huerta Camarillo es el actual presidente del Módulo 4 del Distrito de Riego 30, el más grande de los seis módulos; representa aproximadamente el 25% del distrito. En este caso, se recibió la obra hidroagrícola en muy malas condiciones. El principio del proceso de transferencia fue un verdadero caos, incluso hubo un faltante considerable de dinero; en un principio, la capacitación no fue adecuada y la CNA no transmitía su experiencia, ni información.

Huerta Camarillo por sí solo estudió, investigó y se capacitó, y durante su periodo implantó un sistema computarizado para dar servicio a los 4,000 usuarios del módulo. Antes, durante 12 horas de trabajo se atendían 220 solicitudes de riego, hoy se atienden 460 en 7 horas; antes, el tiempo promedio de espera para atención era de 4 a 6 horas, hoy es de 40 minutos. El sistema administrativo fue modernizado, se está actualizando el padrón de usuarios que entre otras fuertes irregularidades,



**Mientras que el dinero no alcanza para tanto que se necesita hacer, el 30% de lo que se recauda por cuotas de riego se va a CNA... es mucho ¿no? Es necesario que esta dependencia asuma su papel con estricto apego a la ley, actúe con respeto, y entienda que los usuarios pueden operar la red con eficiencia en beneficio de la comunidad.**

incluía a personas que ya tenían 20 años de fallecidas; esto se logró con enorme dificultad y con apoyo de diversas dependencias, porque había muchos "intereses e influencias" para favorecer a algunas personas.

En el Módulo 4, la cuota por riego es volumétrica, mucho más justa que la cuota por hectárea; estimula la eficiencia del riego y el cuidado en el consumo del agua. A fin de mejorar la comunicación entre la gente del módulo, se inició una publicación periódica llamada *Surco* y fue adquirido un sistema de radio comunicación (9 unidades móviles y una base); también se realizaron pequeñas obras de mejoramiento a nivel parcelario.

Con el objeto de que la gente trabajara en mejores condiciones y más dignamente, fueron remodeladas las oficinas, se compró una fotocopidora y acondicionó una bodega, además se reparó un camión de volteo considerado inservible etc.; estas mejoras fueron factibles gracias al apoyo de todos los usuarios.

#### NO TODO ES AVANCES Y MIEL

Rubén Huerta Camarillo opina que los estatutos para los módulos, parecen haber sido elaborados por alguien que desconocía totalmente la realidad y la idiosincrasia local; tienen muchas indefiniciones. La interpretación de esos estatutos ha provocado problemas sumamente graves, como se dio el caso en el cambio de mesa directiva, en que los problemas sociales propiciaron el cierre de la carretera y el gobernador del estado tuvo que intervenir.

El Módulo 4 está demasiado politizado, hay varios problemas, todos de gran importancia: distribución del agua, modernización, conservación, información a los usuarios, comercialización, fugas de agua considerables, debidas a 600 km de regaderas en tierra y que de 150 km de canales sólo 40 están revestidos... se necesita mucha inversión. La producción de maíz es muy baja, 2 toneladas por hectárea; si se proporcionara un cuarto riego, elevaría el rendimiento a 4 o 5 toneladas por hectárea.

"... los agricultores necesitamos hacernos a la idea de que un día vamos a ser autónomos, inde-

## h2oinfo

### Utilización y manejo del agua en diferentes usos

Fuente: CNA

Volumen total disponible 463 km <sup>3</sup>	Km <sup>3</sup>	Pérdidas 53% promedio
Remanente 384 km <sup>3</sup> 84%	76% Agrícola	55%
Uso consuntivo 79 km <sup>3</sup> 16%	17% Doméstico y servicios	40%
	5% Industrial	N.D.
		33 km <sup>3</sup> Pérdidas en uso agrícola



pendientes, que debemos aprovechar el agua al máximo y que todos debemos participar, involucrarnos y comprometernos; tenemos que darnos cuenta de que ahora somos los responsables del ahorro del agua, antes se tiraba y a nadie le importaba”, dice el señor Rubén Huerta.

*La transferencia de los distritos es positiva, porque hace sentir a los usuarios responsables del valor del agua y proporciona a los productores la oportunidad de impulsar el campo... sólo de ellos depende.*

**NO TODOS SE ATREVEN A HABLAR NI A LUCHAR... "ME TILDAN DE AGITADOR, INCONFORME Y QUEJOSO"**

Rubén Huerta ha vivido en carne propia fuertes injusticias, después de 3 años de quedarse sin riego decidió terminar con ellas aunque tuviera que pelear; surgieron problemas tan graves que hasta “lo guardaron” por unos días. Ya están cambiando las cosas, pero antes, las autoridades entorpecían la labor con su burocratismo, “relaciones”, favoritismos, “compromisos”, corrupción y gastos injustificados de dinero (como pago de tiempo extra, renta de vehículos, compensaciones, viajes, etcétera).

“La autoridad no hace cumplir la normatividad de aprovechamiento de los pozos, hay muchos abusos, algunos sacan agua de más y hasta la venden y además reciben agua de la presa, y por más que se les pide, no han querido atender este problema. Es lamentable que dada la falta de agua, no se norme y controle el método de riego (gravedad, aspersión, etc.) que debe hacerse y se promuevan mejores tecnologías. Estar cerca del programa ‘ASERCA’ fue una mala experiencia, debe hacerse algo para que funcione... es urgente tecnificar en beneficio de todos y el gobierno no pone el dedo en la llaga”, comenta el señor Huerta.

Hay muchas incongruencias; se da un trato desigual a los distintos módulos. Cómo es posible que las propuestas que surgen en el comité hidráulico (máxima autoridad del distrito de riego), que cuenta con un representante de la CNA, tengan que ser sancionadas después por otras instancias

de la misma dependencia...no se debe ser juez y parte al mismo tiempo.

Mientras que el dinero no alcanza para tanto que se necesita hacer, el 30% de lo que se recauda por cuotas de riego se va a la CNA... es mucho ¿no? Es necesario que esta dependencia asuma su papel con estricto apego a la ley, actúe con respeto, y entienda que los usuarios pueden operar la red con eficiencia en beneficio de la comunidad.

Ha sido muy difícil coordinar a 4,000 personas y luchar por solucionar tantos problemas, pero servirles y motivarlos hacia el cambio es una enorme vivencia humana y profesional. No queremos que nos regalen nada, pero que tampoco nos quiten, expresó Rubén Huerta.

*“Mi experiencia como presidente de módulo es muy satisfactoria, se logró que alcanzara el agua que antes no alcanzaba, pudimos romper la inercia que había y he aprendido mucho. Todo lo que se hizo fue gracias al trabajo de equipo”.*

**LAS NECESIDADES... SON MUCHAS**

Francisco Lezama, usuario del Módulo 2 del Distrito 30, opina que se necesita mejor infraestructura hidroagrícola; la actual está muy anticuada y además deteriorada, es indispensable modernizar la tecnología, eliminar el desperdicio de agua y entregarla a tiempo, disminuir la lámina de riego, dar prioridad a los agricultores que más lo necesitan, mejorar las semillas, etc., pero para eso hace falta dedicarle más tiempo al campo y gente capaz y más preparada. En su módulo todavía están acoplándose al proceso de transferencia que ha sido muy difícil por tratarse de actividades que desconocían.

Los subsidios para el campo no llegan como debieran, falta estímulo a la productividad. Programas como ProCampo pocas veces sirven, porque otorgan ayuda a quienes siembran pero sin exigirles que logren cada vez mejores resultados. “... La transferencia sí vale la pena si hay honestidad”, comenta Francisco Lezama, “... un problema sobresaliente es el mercado, los intermediarios, el coyotaje”.

**h2oinfo**



**El costo de la producción agrícola de las unidades de riego es de \$27,900 millones aproximadamente equivale al 44% del total de la producción de la agricultura por riego.**



**MÁS CORAZÓN Y DESEOS DE SUPERACIÓN**

“Soy hijo de agricultor... el campo me ha dado todo lo que tengo y lo que soy..., tenemos que demostrarnos a nosotros mismos de lo que somos capaces, y que podemos superar la adversidad, no seguir dentro del montón sino tratar de superarnos y de sobresalir... ninguna persona es inferior y menos los campesinos... los campesinos son gente tan digna como cualquier profesional, obrero o cualquiera. Lo que más se necesita es consumir lo que nosotros producimos y solidarizarnos, porque lo que producimos tiene más calidad que lo que compran a otros países... tenemos la capacidad de producir y de competir con quien quieran y no sólo en granos sino en hortalizas, etcétera”, opina Lezama.

*“El campo que no sólo da de comer a los campesinos, sino que también alimenta a la gente de la ciudad, se termina si no hay quien lo mueva. Los agricultores producen bien y con gran calidad. Los usuarios sí tienen conciencia de que el agua les sale barata, y de que una buena cosecha depende en gran parte del agua para regar”.*

**UNA FILOSOFÍA EJEMPLAR...****EL AMOR A LA TIERRA**

Muchos campesinos siguen trabajando por puro amor al campo, a la tierra, porque actualmente la agricultura es la actividad que menos reditúa, pero aunque los golpee y aunque a veces la pobreza es insostenible, siguen aquí antes que irse de indocumentados, porque creen en ella y saben que la tierra es noble, el campo es pródigo y sí puede convertirse en un sector que sobresalga, que dé satisfacciones y un mejor nivel de vida. “... Que no muera el campo, hay que quedarse en la tierra y luchar por ella, no renunciar, no emigrar, trabajarla y no esperar que nos regale todo”, expresa Francisco Lezama. Al preguntarle, ¿todos sus compañeros piensan así?, contesta que el 80%. ☛



h2oinfo

**Principales presas de México**

DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

		Altura de la cortina en metros	Capacidad en millones de m <sup>3</sup>
1	Belisario Domínguez (La Angostura), Chis.	144	19,736
2	Nezahualcóyotl (Malpaso), Chis.	138	12,960
3	El Infiernillo, Mich.	149	12,500
4	Presidente Miguel Alemán (Temascal), Oax.	76	9,106
5	Internacional La Amistad, Coah.	88	6,023
6	Aguamilpa Solidaridad, Nay.	187	6,950
7	Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro), Oax.	60	4,400
8	Vicente Guerrero (Las Juntas), Tamps.	62	5,498
9	Internacional Falcón, Tamps.	50	5,038
10	Luis Donald Colosio (Huites), Sin.	160	4,568
11	Álvaro Obregón (Oviachic), Son.	90	4,200
12	Presidente Adolfo López Mateos (Humaya), Sin.	106	3,917
13	Lázaro Cárdenas (El Palmito), Dgo.	95	3,336
14	Miguel Hidalgo (El Mahone), Sin.	81	3,983
15	Plutarco Elías Calles (El Novillo), Son.	134	3,576
16	José López Portillo (Comedero), Sin.	136	3,400
17	La Boquilla, Chih.	70	2,903
18	Gustavo Díaz Ordaz (Bacurato), Sin.	116	2,823
19	Marte R. Gómez (El Azúcar), Tamps.	47	2,639
20	Presidente Benito Juárez (El Marquez)	86	1,940

Total de estas 20 presas

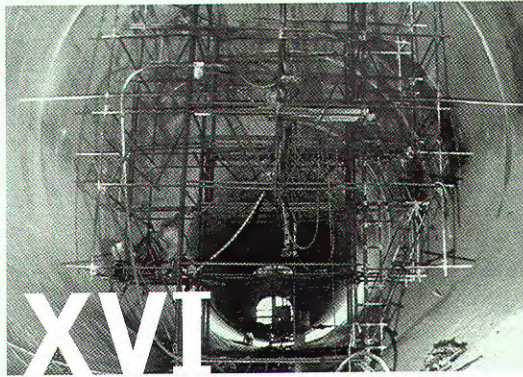
119,496

Capacidad de almacenamiento en México

150,000

FUENTE: CNA





## Congreso Nacional de Hidráulica

8 AL 10 DE NOVIEMBRE DE 2000

Morelia, Michoacán

**Reconocimiento a la Comisión Nacional del Agua**

### *El registro 1999*

Dentro del evento Concreto 1999 organizado para celebrar el cuadragésimo aniversario del Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, el 23 de septiembre de 1999 en el Hotel Royal Pedregal de México, D.F., se hizo la entrega de la presea EL REGISTRO 1999, a quienes han contribuido con su conocimiento y experiencia al desarrollo de la construcción con concreto.

El **Ing. César O. Ramos Valdés**, Subdirector General de Operación, recibió a nombre de la Comisión Nacional del Agua este reconocimiento por la presa Lic. Luis Donald Colosio, Sin. (Presa Huites, Sin.) por ser la mayor obra de concreto construida en el país, 2.7 millones de metros cúbicos de concreto con 152 metros de altura, siendo la más alta presa de gravedad diseñada y construida en México.

## Premios nacionales otorgados por el Colegio de Ingenieros Civiles de México en 1999

### PREMIO "JAVIER BARROS SIERRA"

Ing. Enrique Santoyo Villa  
Ing. Efraín Ovando Shelley  
Ing. Óscar de la Torre Rangel

Por el mejor libro 1997-1998:  
"Palacio de Bellas Artes: Campañas de inyección del subsuelo"

### PREMIO "JOSÉ A. CUEVAS"

Dr. Humberto Marengo Mogollón\*

Por el mejor artículo técnico 1998: "Consideraciones de riesgo de fallas en presas mexicanas"

### PREMIO "MIGUEL A. URQUIJO"

M. en I. Gilberto Sotelo Ávila\*

Por el mejor artículo técnico 1998: "Algoritmo del método blacklock y sturm para determinar los tirantes críticos en canales compuestos"

### MENCIÓN HONORÍFICA POR SUS ARTÍCULOS TÉCNICOS:

Ing. Enrique Tamez González  
Ing. Ricardo Gutiérrez Rodríguez  
Dr. Gabriel Echavez Aldape\*  
Dr. Carlos Agustín Escalante Sandoval

\* Miembros de la AMH.

*Por su honorable y gran trayectoria en el sector hidráulico recordamos al*

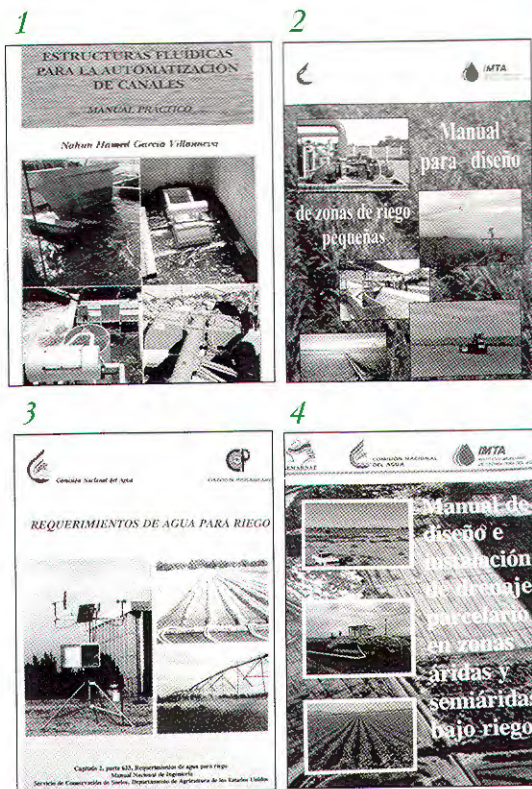
**Ing. Manuel Anaya y Sorribas**



fallecido el 6 de noviembre de 1999



1. *Manual práctico "Estructuras fluidicas para la automatización de canales"*, Nahun Hamed García Villanueva, CNA-IMTA, 1998.
2. *Manual para diseño de zonas de riego pequeñas*, CNA-IMTA, 1997.
3. *Requerimientos de agua para riego*, CNA-Colegio de Postgraduados, 1997.
4. *Manual de diseño e instalación de drenaje parcelario en zonas áridas y semiáridas bajo riego*, CNA-IMTA, 1998.



### Fe de erratas

PÁG. 36 DEL NÚM. 16.

Grupo de Ingeniería en Consultoría  
y Obras, S.A. de C.V.  
Avenida de los Corredores No. 59.  
Col. Country Club, México 04210, D.F.  
Tels: 55 49 27 17 / 55 49 27 36 / 55 49 40 53  
/ 55 49 40 6 5 / Fax: 56 89 21 84  
correo electrónico: gicosa@df1.telmex.net.mx

# www. h2o

SITIOS EN INTERNET SOBRE EL AGUA

**Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**

<http://pumas.iingen.unam.mx>

**División de Educación Continua-Facultad de Ingeniería (UNAM)**

<http://tolsa.mineria.unam.mx/decfi.html>

**L'Office International de L'eau (Francia)**

[Email: snide@oieau.fr](mailto:snide@oieau.fr) Service National d'information et de Documentation sur l'eau 15 rue Edoouard Chamberland-87065 LIMOGES CEDEX- Tel. 05-55-11-47-80 Fax. 05-55-77-72-24

**Revista Scientia Agrícola (Gran Bretaña)**

<http://www.esago.usp.br> Revista electrónica británica que recoge las experiencias en Escocia e Irlanda sobre los temas de aprovechamiento hidroagrícola, que los ha conducido a lograr excelentes producciones agrícolas.

**IHERA-Aprovechamientos Hidroagrícolas (Portugal)**

<http://www.ihera.min-agricultura.pt> Sitio de un instituto de investigación y desarrollo de las ciencias y artes del riego, asociada al uso eficiente de la infraestructura en Europa.

**Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas de Infraestructura (México)**

<http://www.shcp.gob.mx/servs/acac/leyes99/ingre99.html> Transcripción electrónica y comentarios sobre la reciente Ley publicada en febrero de 1999 y que significa la metodología tributaria asociada al mejoramiento continuo de la infraestructura.

**AZUD Sistemas de Riego (Estados Unidos)**

[http://www.azud.com/azud\\_eng.html](http://www.azud.com/azud_eng.html) Empresa internacional dedicada a la asesoría en el diseño y proyectos de sistemas de riego localizado, que no sólo ofrece sus productos, sino la experiencia del desarrollo agrícola del sur de Estados Unidos.

**Riego Correcto/Correct Watering (Estados Unidos)**

[http://www.docum.com/jardin/riego\\_correcto.html](http://www.docum.com/jardin/riego_correcto.html) Artículo de interés acerca de la determinación de la cantidad de agua idónea para las hortalizas y granos, que manifiesta conceptos radicalmente diferentes a los comúnmente aceptados, y que logra despertar el interés del lector por llevar a cabo un análisis más detallado.

**HIDRONET (España)**

<http://www.uco.es/grupos/hidronet/link.html> Sitio de enlace múltiple a páginas relacionadas con la hidráulica, el riego y la infraestructura hidroagrícola, que tiene propuestas interesantes y sobre todo, facilita la navegación del especialista que busca uno de estos temas en concreto.



## Cursos, seminarios y eventos internacionales vigentes

Organismo o país	Nombre del curso	Idioma	Fecha límite para entregar documentos	Duración
Holanda	Séptima Edición del Curso Internacional sobre Manejo de Humedales	inglés	1 de febrero de 2000	31 de agosto al 11 de octubre de 2000
Holanda	XIX Congreso de la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Sensores Remotos (ISPRS)	inglés		16 al 23 de julio de 2000
Rusia	Cuarto Congreso y Exhibición Internacional sobre Manejo del Agua ECWATECH-2000 Agua: Ecología y Tecnología	inglés		30 de mayo al 2 de junio de 2000
Universidad de Lund, Suecia	Programa Internacional de Maestría en Ciencia Ambiental (LUMES)	inglés	10 de enero de 2000	agosto de 2000 a diciembre de 2001
Gran Bretaña	Convocatoria de becas del British Chevening Scholarships Scheme 2000-2001	inglés	Depende del programa que se elija	un año



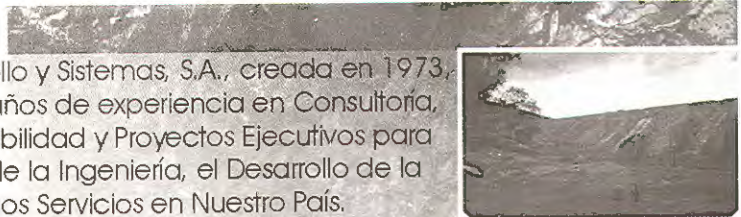
**desarrollo  
y sistemas  
s.a.**

Carretaco 105  
Col. Barrio del Niño Jesús,  
Coyoacán. México D.F. 04030  
tel/fax 5544 0652 5689 3474  
desisa2@df1.telmex.net.mx

La firma Desarrollo y Sistemas, S.A., creada en 1973, cuenta con 27 años de experiencia en Consultoría, Estudios de Factibilidad y Proyectos Ejecutivos para diversas ramas de la Ingeniería, el Desarrollo de la Infraestructura y los Servicios en Nuestro País.

Nos especializamos en consultoría para la planeación de sistemas complejos, tales como el manejo de agua en una región, una cuenca, una ciudad o una zona de riego, su administración y su financiamiento, así como la ingeniería de las obras para su desarrollo.

Para asegurar la óptima atención de nuestros compromisos, nos hemos mantenido con tecnología de punta para el manejo e integración de sistemas de información, contando a la fecha con un extenso acervo de cartografía a nivel nacional.





En 1962 se constituyó la sociedad denominada "Constructora Cota, S.A. de C.V."; desde entonces han transcurrido más de tres décadas de activa participación tanto en el desarrollo de proyectos de ingeniería y arquitectura como en la construcción de innumerables obras para los Sectores Público y Privado, en especialidades como la Edificación, Urbanización, Construcción Industrial, Infraestructura Hidroagrícola, Infraestructura Fluvio-marítima y Vías terrestres, abarcando prácticamente la totalidad del territorio nacional.

A través de todo éste tiempo la vigencia de la empresa sólo ha sido posible gracias a la implantación de políticas orientadas siempre a la satisfacción del cliente, ofreciendo alta competitividad en cuanto a costo, tiempo y calidad en la obra ejecutada.

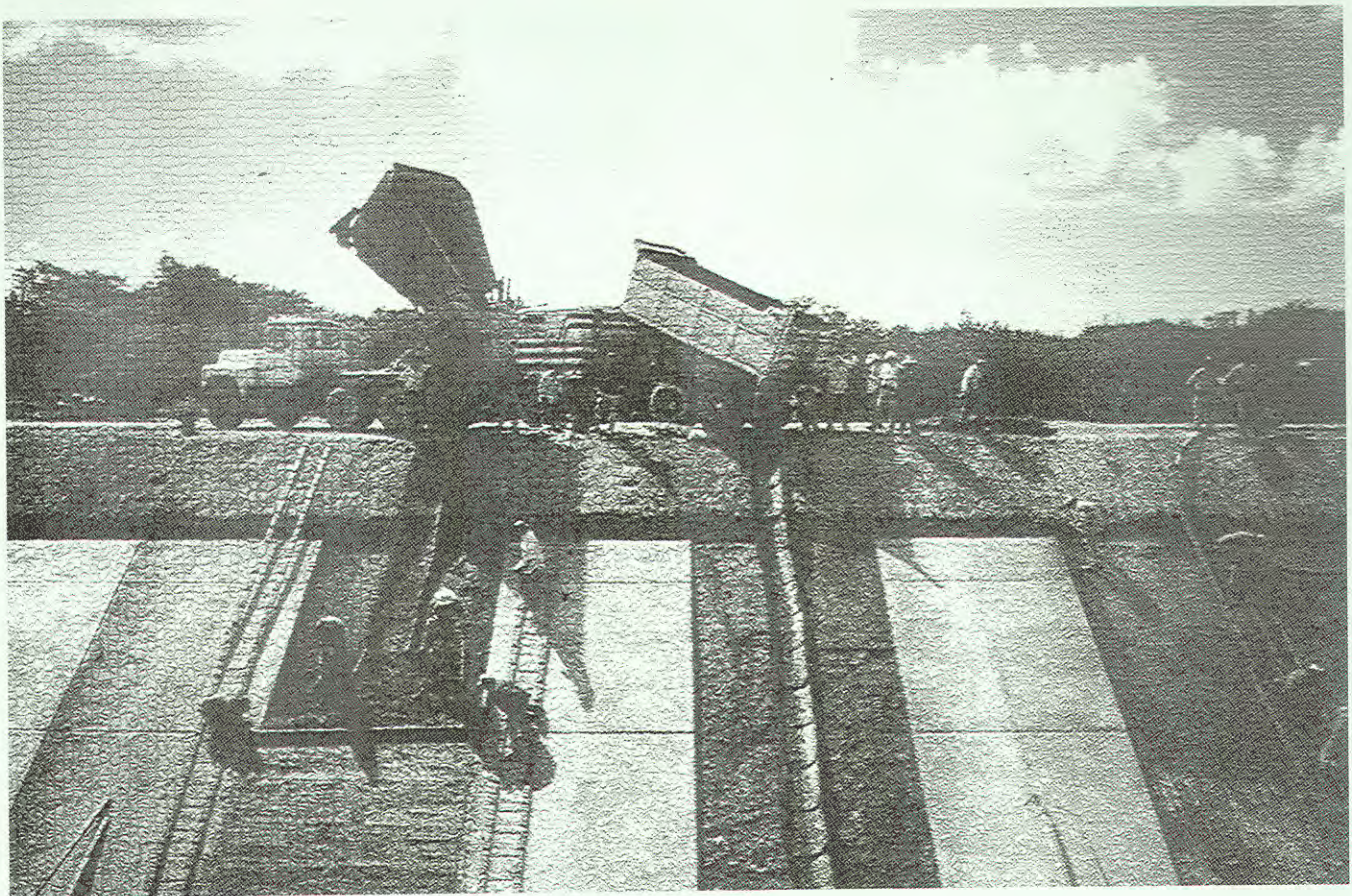
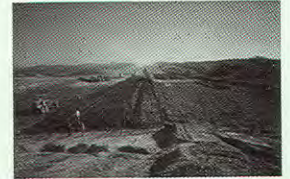
Elo ha sido posible debido, entre otros aspectos, a una estructura operativa simplificada que actualmente consta de dos Direcciones Generales, una Dirección General Adjunta, una Gerencia General y una Gerencia de Construcción, en la cual la toma de decisiones es pronta y expedita.

En la actualidad contemplamos una gran apertura comercial derivada del Tratado de Libre Comercio de América del Norte y en general un amplio proceso de globalización mundial, así como un desarrollo permanente de nuevos productos y tecnologías, lo cual obliga en forma imperativa a una constante actualización, adecuación y optimización interna, sustento normativo de la empresa.

Las premisas enunciadas con anterioridad, costo, tiempo y calidad, aunadas a una pujante visión empresarial, han permitido a la firma contar con una amplia solvencia financiera, un parque de maquinaria pesada capaz de llevar a cabo obras de gran envergadura y con la experiencia necesaria para encarar nuevos y ambiciosos proyectos.

Los trabajos ejecutados dentro del área hidroagrícola constituyen el campo de mayor desarrollo de la empresa; se cuenta con experiencia en la construcción de Presas derivadoras y de Almacenamiento, diques, tratamiento de cimentaciones, instrumentación de presas, desazolve de vasos, Canales y zonas de riego, puentes-canales, sifones, túneles y drenes.

Recientemente en el estado de Sinaloa se concluyeron los trabajos para la Construcción del Canal de Conexión entre las Presas Miguel Hidalgo y Josefa Ortiz de Domínguez y 3 diques, en el Municipio de El Fuerte. Este canal requirió la realización de excavaciones en tajo y cubeta del orden de 1'160,664 y 525,047 M3, respectivamente, así como la colocación de 13,374 M3 de concreto en revestimiento, 1,972 M3 de concreto en estructuras, 127 toneladas de acero de refuerzo, 101,369 M3 de material impermeable, 250,612 M3 de reza y 22,915 M3 de roca.





## RUBBER DAM

REPRESENTANTE EN MEXICO

**TOA-MEX, S.A. DE C.V.**

WORLD TRADE CENTER MEXICO  
PISO 17 OFICINA 27  
MONTECITO No. 38 COL. NAPOLES  
C.P. 03810 MEXICO, D.F.  
satmx@wtcmexico.com.mx



*LAS VIRGENES- CHIHUAHUA, MEXICO  
(3 m.altura X 112 m.longitud MAS 3 m.altura X 148 m.longitud)*

La compuerta inflable Bridgestone es una bolsa, reforzada con Nylon y protegida con EPDM, asegurada al concreto por un sistema especial de anclaje. El inflado con aire levanta la bolsa y el desinflado la baja.

Las compuertas inflables se instalan a través de los ríos para acumular o desviar el agua o en la cima de una represa para agregar altura. La altura máxima de una represa de hule es de 5.40 mts. y su largo, en un sólo paño, superior a los 100 mts.



*PIT 3 - ESTADOS UNIDOS (1.83 m. X 25.53 m. X 3 tramos)*



*KJELDAL - NORUEGA  
(2.03 m. X 84.08 m.)*

### Ventajas

- Instalación rápida y de bajo costo
- Virtualmente sin necesidad de mantenimiento durante 30 años mínimos de vida
- Probadas en climas rigurosos
- Largos paños requieren pocos pilares
- Permiten el paso de hielo y sedimentos
- Sin aceites hidráulicos contaminantes
- Adecuadas para represas en arco o con perfil Ogee
- Mínima interrupción visual

### Aplicaciones

- Energía hidráulica
- Riego
- Almacenamiento de agua
- Recarga de la capa freática
- Desviación para criadero de peces
- Recreación
- Barrera para mareas
- Navegación

### Bridgestone

- La compañía de productos de hule más grande del mundo
- El líder en tecnología e innovación

TELS.: 54-88-01-50  
FAX.: 54-88-01-53

54-88-01-51

54-88-01-52



# Congreso Internacional de Transferencia de Sistemas de Riego



## Mesas de trabajo

- Proceso de transferencia
- Gestión
- Operación y conservación
- Desarrollo y transferencia de tecnología

## Visitas técnicas

- Distritos de riego:
  - 053 Colima
  - 010 Culiacán-Humaya, Sin.
  - 075 Río Fuerte, Sin.
  - 076 Valle del Carrizo, Sin.

# México 2000

Del 2 al 9 de abril  
Mazatlán, Sinaloa

Para mayores informes dirigirse a Jesús Hernández, Subcoordinador de Editorial y Gráfica IMTA, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Mor. Tel.: (73) 19 40 00, ext. 727, Fax: (73) 19 35 44

E-mail: [rihm@cenca.imta.mx](mailto:rihm@cenca.imta.mx)

Web: [www.icist.org.mx](http://www.icist.org.mx)

