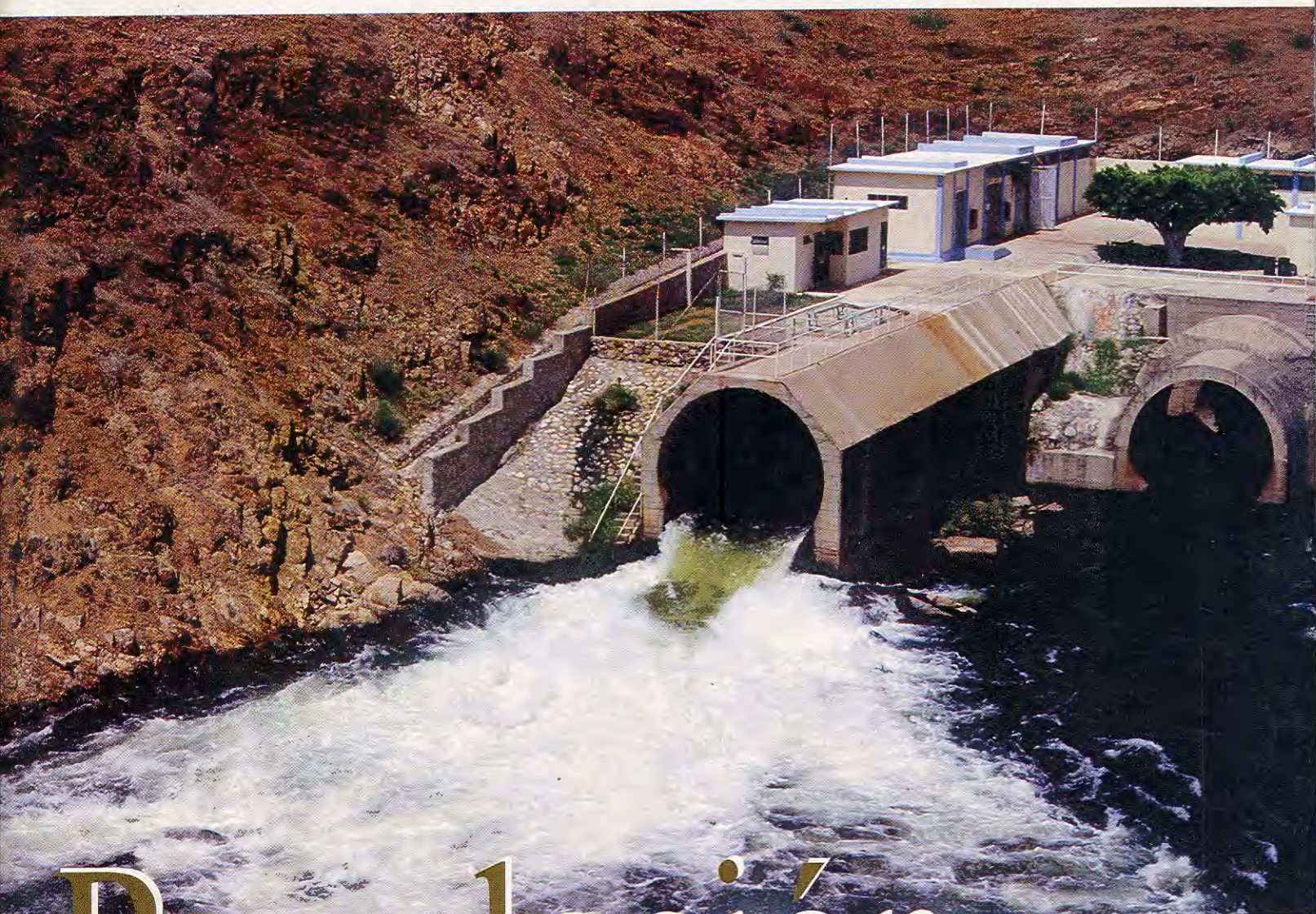


Tlaloc

22
AMH

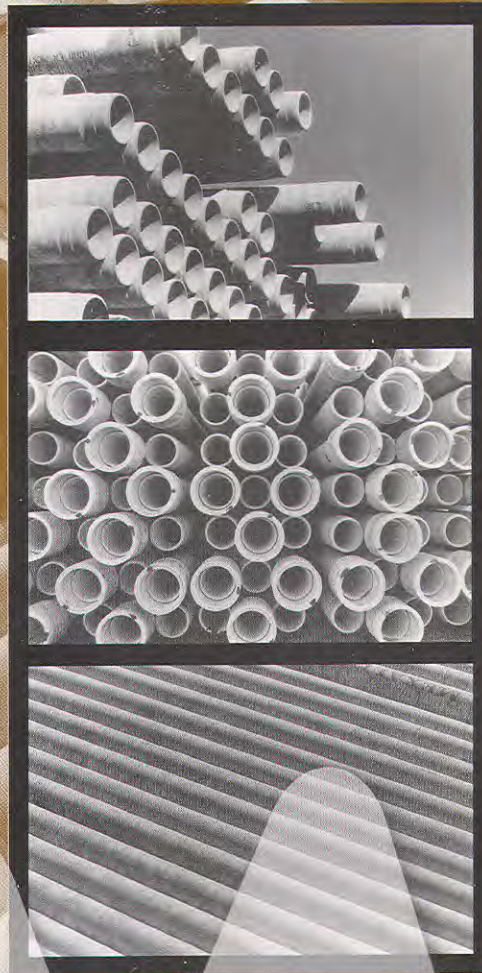
- * Alternativa para la laguna de Bojórquez
- * El derecho por descarga y su relación con el impacto recaudatorio
- * Regulación de la participación del sector privado
- * Indicadores de gestión
- * Regulación de la prestación de los servicios
- * Panorama histórico sobre política y legislación
- * La educación en hidrología
- * La importancia del marco legal



Regulación

+ Entrevistas Publicaciones Noticias





La mejor alternativa para cualquier Proyecto Hidráulico



MEXALIT

DIVISION NORTE
Ave. de las Industrias No. 6920
Col. Nombre de Dios
C.P. 31110 Chihuahua, Chih.
Tels.: (14) 17-17-37, 17-19-79
Fax: (14) 17-33-30

DIVISION OCCIDENTE
Calle 22 No. 2610
Zona Industrial
C.P. 44940 Guadalajara, Jal.
Tel.: (3) 145-14-65
Fax: (3) 145-02-24

OFICINA EN MONTERREY, NL.
Bernardo Reyes No. 4723 Nte.
Col. Niño Artillero
C.P. 64280 Monterrey, N.L.
Tels.: (83) 31-46-22, 31-46-82
Fax: (83) 31-47-42

COMECOP, S.A. DE C.V.
Lote 7 y 8 Manzana 8
Zona Industrial
C.P. 43800 Tizayuca, Hgo.
Tels.: (779) 620-36, 623-65, 623-66
Fax: (779) 621-65

POLYDUCTO, S.A.
Av. Hidalgo No. 180
Santa Clara,
C.P. 55540 Edo. de México
Tel. (5) 569-3648
Fax. (5) 569-3508

DIVISION SURESTE
Ave. Plomo No. 203
Cd. Industrial
C.P. 86010 Villahermosa, Tab.
Tels.: (93) 53-06-93, 53-05-98
Fax: (93) 53-06-05

DIVISION CENTRO
Ave. Hidalgo No. 180
C.P. 55540 Sta. Clara, Edo. de Mex.
Tels.: (5) 569-36-48, 569-30-55
Fax: (5) 569-35-08

SI DE HIDROLÍNEAS SE TRATA



VAZLU, S. A.

Av. de las Rocas No. 1501
Playas de Tijuana, Tijuana, B.C. 22200

DESDE 1985 HEMOS
SIDO LOS
PREFERIDOS POR
NUESTROS
CLIENTES EN LA
INSTALACIÓN
DE LÍNEAS
HIDRÁULICAS DE
TODOS TIPOS, USOS
Y DIÁMETROS.
QUINCE AÑOS DE
EXPERIENCIA NOS
RESPALDAN



TELÉFONO 6-30-10-53
FAX 6-80-13-73
E-MAIL: vazlusa@cablemas.com

EDITORIAL

Los servicios de agua potable y saneamiento demandan grandes inversiones para infraestructura, administración, tecnología y uso eficiente. Los requerimientos rebasan los recursos públicos disponibles de tal manera que deben buscarse esquemas alternativos de fondeo.

El sector privado ofrece esta posibilidad al sumar su capacidad financiera y gerencial al esfuerzo del gobierno y la sociedad. Sin embargo, la prestación del servicio por su naturaleza monopólica, hace necesario la implementación de un marco regulatorio adecuado que facilite la relación; es decir, que favorezca la concurrencia de recursos del sector privado en complemento con otros del sector público y las instituciones crediticias nacionales e internacionales.

Impulsar una regulación eficiente y de calidad a largo plazo conforme a la planeación de los proyectos en el subsector de agua potable y saneamiento, para asegurar los beneficios a los usuarios, municipios (prestadores del servicio) y empresas; así como la reducción de la discrecionalidad,

mediante la fijación de tarifas y estableciendo claramente los requisitos para la participación privada; el monitoreo a los contratos y concesiones incluyendo tarifas, costos unitarios, calidad de los servicios, información confiable, entre otros.

Hoy en día, el marco regulatorio se plasma en los contratos de servicios o de concesión; sin embargo, aún falta por hacer en esta materia para que, con el tiempo, se garantice una verdadera gestión del agua en donde los usuarios reciban un mejor servicio en cantidad y calidad.

Jesús Campos López
Presidente del XXIV
Consejo Directivo de la AMH

22

AÑO VIII, NÚM. ABRIL/JUNIO 2001

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 Ávalos Domenzain

SECRETARIO DESIGNADO Luis Eduardo de Ávila Rueda

VOCALES Graciela Paredes García, Víctor del Razo Tapia

EDITOR RESPONSABLE Jesús Campos López

EDITOR TÉCNICO Nahun Hamed García Villanueva

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, Polioptro Martínez Austria, César O. Ramos Valdés, Gilberto Sotelo Ávila, María de los Ángeles Peralta Arias, Rolando Springall Galindo, Adolfo Urías Martínez.

COORDINADOR TÉCNICO Luis Robledo Cabello

ASESOR EDITORIAL Jesús Hernández Sánchez

ASISTENCIA EDITORIAL Patricia Calahorra Fuertes, Susana Martínez Sosa y Olga Manuel Castillo

EDICIÓN Y DISEÑO Taller de Luz y Línea, S.A. de C.V.
Camelia 112, Col. Rancho Cortés, Cuernavaca, Mor.
Tel. (7) 317 1801 y 313 1025 email: edelcondetc@hotmail.com

DISEÑO Eduardo del Conde Arton

FORMACIÓN Verónica C. Martínez, José Cazaux

FOTO PORTADA Esteban Cabrera

TLÁLOC - AMH es una publicación trimestral de la Asociación Mexicana de Hidráulica. Para otros intereses dirigirse a Camino 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 los 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**

Alternativa para la laguna de Bojórquez, aspectos económicos y sociales involucrados en el saneamiento de otras lagunas

ÁLVARO MUÑOZ MENDOZA

10 Gestión del agua

El derecho por descarga y su relación con el impacto recaudatorio y la calidad del agua

HÉCTOR MANUEL BRAVO PÉREZ

GUSTAVO ARMANDO ORTIZ RENDÓN

14 Regulación de la participación del sector privado en la prestación de servicios públicos de agua

JAIME COLLADO

19 Indicadores de gestión en los organismos operadores de agua potable

VÍCTOR JAVIER BOURGUETT ORTIZ

25 Regulación de la prestación de los servicios de agua y saneamiento en México

ALBERTO GÜITRÓN

30 Histórico-social

Panorama histórico sobre política y legislación en el sector hidroagrícola

CARLOS ELIGIO BRAVO NIETO

NAHUN HAMED GARCÍA VILLANUEVA

36 Cultura

La educación en hidrología: ¿hemos avanzado?

FRANCISCO JAVIER APARICIO

41 Entrevista


La importancia del marco legal regulatorio en la prestación de los servicios de agua

RUBÉN BAROCIO RAMÍREZ

45 Publicaciones

Libros, eventos y páginas Web

Alternativa para la laguna de Bojórquez, aspectos económicos y sociales involucrados en el saneamiento de otras lagunas



La población rural mexicana, ubicada a lo largo del cauce de un río, utiliza varias veces el agua sin ningún tipo de potabilización ni tratamiento, con el consiguiente riesgo para su salud. Se plantea la necesidad de un sistema eficiente y económico de potabilización que, muchas veces, más que un reto tecnológico es de cambio de usos y costumbres. Generalmente aparecen conflictos entre usuarios aguas arriba -agricultores e industriales- y aguas abajo -pescadores y miembros del sector turismo- por la contaminación y consiguiente reducción de sus actividades. Se plantea una negociación económica viable. Se menciona la diferencia entre costo y precio del agua, así como la problemática de la laguna de Bojórquez y se describe la propuesta aplicada en base a técnicas de aireación y circulación forzada, así como su alcance e impacto esperados en el mediano y largo plazos. Se sugiere su aplicación en otras lagunas.

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
alvaromm@tlaloc.imta.mx

INTRODUCCIÓN

Los ríos son el principal medio de transporte de la contaminación superficial, desde las partes altas de una cuenca hasta el cuerpo último receptor (lagos interiores, lagunas costeras y el mar, generalmente) que recibe no sólo la contaminación de su microcuenca, sino la de toda la cuenca.

SITUACIÓN NACIONAL

México cuenta con 43 ríos principales de los cuales 11 no tienen problemas de contaminación; un número similar presenta contaminación baja; siete están medianamente contaminados y 14 altamente contaminados. Asimismo, existen 150 lagunas costeras con un área aproximada de 1'500,000 ha.. De ellas, 45,220 se consideran altamente contaminadas; 99,160 medianamente contaminadas y el resto, sin problemas de contaminación. De los 19 puertos más importantes, tres presentan baja contaminación, siete están medianamente contaminados y el resto, tienen un alto grado de contaminación. (Documento base: CNA, 1993; actualización y complemento: G7, 1999). Esta problemática afecta y se refleja en mayor medida en los cuerpos de agua asociados al medio rural.

DINÁMICA FÍSICA LAGUNAR

Una dinámica física lagunar típica exhibe, de acuerdo a la estación, una variación cíclica de los niveles de agua: altos en época de avenidas, que favorecen la apertura natural de la boca con el mar, y bajos durante el estiaje, que propician el cierre de la misma boca bajo la acción de procesos costeros como el oleaje y arrastre litoral. Desde luego, este ciclo, anual o variado, se encuentra en relación directa con años lluviosos por encima de la media y no tan lluviosos por debajo de la misma. La apertura de la boca favorece el intercambio de las aguas provenientes del mar, generalmente de mayor contenido de oxígeno disuelto (OD), con las de menor contenido de OD de la laguna. También se producen aguas salobres que favorecen el crecimiento de especies acuáticas explotables como el camarón.



México cuenta con 43 ríos principales de los cuales 11 no tienen problemas de contaminación; un número similar presenta contaminación baja; siete están medianamente contaminados y 14 altamente contaminados. Asimismo, existen 150 lagunas costeras con un área aproximada de 1'500,000 ha.. De ellas, 45,220 se consideran altamente contaminadas; 99,160 medianamente contaminadas y el resto, sin problemas de contaminación. De los 19 puertos más importantes, tres presentan baja contaminación, siete están medianamente contaminados y el resto, tienen un alto grado de contaminación. (Documento base: CNA, 1993; actualización y complemento: G7, 1999). Esta problemática afecta y se refleja en mayor medida en los cuerpos de agua asociados al medio rural.

PROBLEMÁTICA

Cuando el agua del afluente a la laguna es extraída aguas arriba, usada y, en menor volumen, regresada a la corriente, el problema que genera en el cuerpo receptor es doble: por una parte se reduce el volumen lagunario –bajan los niveles- y por otro, se incrementa la concentración de contaminantes en la propia laguna. Multipliquemos este problema por varios años y el resultado es: contaminación incipiente; eutrofización acelerada; cambio de hábitat; muerte de especies explotables; reducción de la actividad económica en pesquería, en turismo y en otras actividades productivas asociadas a los cuerpos de agua; eliminación de la fuente de ingresos de aldeas de pescadores, y la generación de conflictos sociales, aparte de los potenciales riesgos para la salud de los mismos habitantes de las poblaciones urbanas asentadas en sus márgenes.

LA LAGUNA DE BOJÓRQUEZ

La laguna de Bojórquez, se ubica en el sistema lagunar de Nichupté en el Caribe mexicano. Su problemática, además de afectar directa e indirectamente a las comunidades rurales aledañas a través del impacto de acuíferos, así como a la actividad pesquera, requiere de soluciones que permitan conservar el entorno, ya que el complejo turístico de Cancún es una de las más importantes fuentes de ingreso de divisas en el país, generadora de empleos y propiciadora del desarrollo regional. Esta laguna ha sufrido, durante varios años, una contaminación de baja intensidad ocasionada por las descargas de comunidades rurales y urbanas. Al igual que las lagunas de Tres Palos, Pátzcuaro y Chapala en Guerrero, Michoacán y Jalisco, respectivamente. En la de Bojórquez, esta contaminación comenzó por afectar el color y olor de sus aguas (Muñoz y Martínez, 1997; mencionado en Muñoz y Martínez, 1999).

Entre las soluciones propuestas, evaluadas y aplicables en otros cuerpos de agua, se encontraban la apertura de nuevas bocas al mar; el dragado de las bocas; el bombeo directo de agua de mar mediante una capa-

idad instalada de 450 hp, que una vez intercambiadas las aguas, perdía su razón de ser; y el uso de la técnica de circulación y aireación forzada. Las primeras tres, aparte del costo, realmente no resolvían el problema de raíz, ya que más bien fomentaban la dilución de materia orgánica, llevándola a otras zonas. La cuarta solución, en cambio, atacaba el problema desde su base, introduciendo OD a la laguna y propiciando la depuración aerobia de la materia orgánica *in situ*.

La solución original comprendía una serie de saltos hidráulicos que más tarde se transformarían en cascadas (Fig. 1), por la mayor eficiencia en la inclusión del mencionado oxígeno. También la solución original comprendía el uso de energía eólica, que igualmente se desechó por la disponibilidad de las líneas de transmisión de la CFE a la orilla de la propia laguna (Muñoz y Martínez, 1997 y Escalante *et al.*, 1995: ambos mencionados en Muñoz y Martínez, 1999).

Se identificaron tres zonas de estancamiento de acuerdo con el análisis hidrodinámico (Fig. 2), al que se acoplaron modelos de transporte de OD (Fig. 3). Se ubicó un sistema para cada una de las zonas de estancamiento. El sistema consistía en un cárcamo equipado con dos bombas de 5 hp c/u, con un gasto de 50 lts/seg; una tubería sumergida de 320 m de longitud y una estructura con cinco cascadas en serie (Fig. 1), que introducían OD al agua más allá de su punto de saturación y eran entregadas a la laguna a una profundidad de penetración de 0.45 m. El diseño simulaba un par hidrodinámico de fuente y sumidero (Fig. 4), representado por el cárcamo de succión y la descarga de la última cascada, respectivamente. En su con-



Figura 1. Fotografía de los dispositivos aireadores

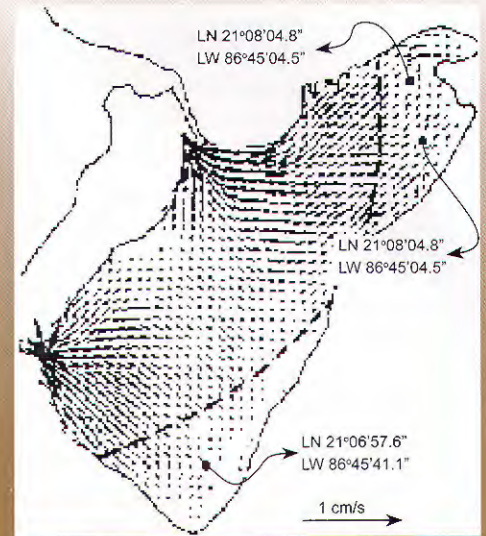


Figura 2. Zonas de estancamiento y sus gravicentros.

cepción más simple, era como introducir tres ríos de 50 lts/seg cada uno, con aguas saturadas de oxígeno disuelto.

FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS AIREADORES

La Fig. 5 muestra que los dispositivos funcionan mejor de lo previsto en el diseño, ya que logran incrementar la concentración de OD en las aguas provenientes del cárcamo hasta un punto más allá del de saturación en la tercera cascada.



Figura 3. Modelación numérica del transporte de OD.



Figura 4. Par hidrodinámico de fuente y sumidero

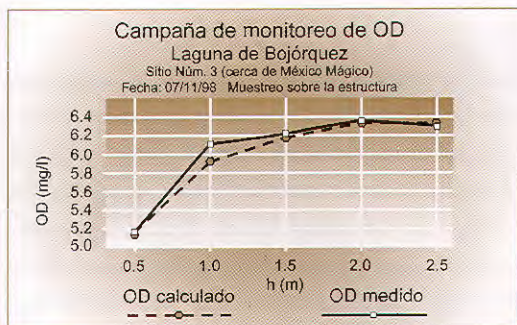


Figura 5. Curvas de introducción de oxígeno medido y calculado en los dispositivos

IMPACTO SOBRE LA LAGUNA

El impacto que los dispositivos tienen sobre la laguna es más difícil de evaluar, ya que su función es, además

REFERENCIAS

CNA, 1993, *Informe 1989 - 1993*, Comisión Nacional del Agua, México, D.F., Dic.
 Escalante, M., J.A. González, M. A. Mejía, C. Patiño, L.R. Punte, I. Robles, A. Muñoz y P. Martínez, 1995, *Alternativas de saneamiento y efectos en la laguna de Nichupté*, IMTA, Reporte final No. HC-9515, Jiutepec, Mor., Dic.
 G7, 1999, *Prospectiva del uso y disponibilidad del agua al año 2020.*, IMTA, Proyecto DG-9904, Jiutepec, Mor., Grupo de Prospección G7.
 G7, 1999, *Prospección tecnológica del uso del agua en la agricultura*, IMTA, Jiutepec, Oct.
 Muñoz, A. and P. Martínez, 1997, *Forced circulation and aeration in the coastal lagoon of Bojórquez*, Mexico, Proceedings of the XXVII Cong. Of the International Association for Hydraulic Research (IAHR), San Fco., August 10-15, Vol. A1, pgs 677-682
 Muñoz, A. and P. Martínez, 1999, *Aeration and forced circulation for water quality and sediment restoration at Bojórquez lagoon, México*, Proc. XXVIII IAHR Cong. Graz, Austria, August 22-27, Vol1, D15, Paper 326
 SEMARNAP, 1995, *Programa Hidráulico 1995 - 2000*, Pág. 20, México, D.F.

de mover las aguas, la de introducir OD en la laguna. El OD en la laguna tiene variaciones cíclicas –no sólo en 24 hrs, sino también estacionales a lo largo del año, representadas en las llamadas *curvas nictamerales*– además de vínculos con otros parámetros y con la dinámica física y bioquímica característica de la propia laguna, como se muestra en la Fig. 6. Por ello, para realizar un balance adecuado del oxígeno en determinado ciclo, se debe incluir el OD al inicio del mismo. Las aportaciones de OD se obtienen de la fotosíntesis de las plantas y del dispositivo aireador, y los consumos se derivan de la respiración de la vegetación durante la noche y de la fauna durante las 24 horas del día, así como de las reacciones bioquímicas de la materia orgánica. Procesos y ecuaciones en: Muñoz A., A. Banderas y J. A. González (1998; también mencionado en Muñoz y Martínez, 1999).

Sin embargo, es fácilmente calculable la tasa de intercambio de aguas de la laguna por aguas provenientes de los dispositivos. En total, una capacidad instalada de 30 hp, para una laguna de aproximadamente 4.5 M de m³, es NECESARIAMENTE una solución a mediano plazo y congruente con un manejo sustentable a largo plazo.

CONCLUSIONES

Sobre Bojórquez. Las soluciones analizadas, así como la instrumentada, podrían ser aplicables, previo estudio de condiciones propias, a otros cuerpos de agua en el país.

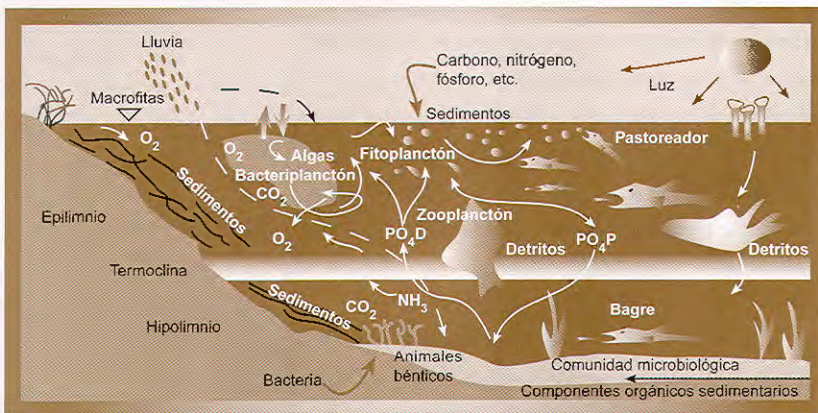


Figura 6. Representación de las relaciones físicas y biológicas en una laguna.

Los dispositivos funcionan de acuerdo a diseño. Sin embargo, el impacto sobre la laguna debe ser analizado en ocho o 12 meses después de su operación continua, en virtud de la tasa de intercambio de aguas que generan. Si la operación es intermitente, es decir 12 horas de funcionamiento de cada 24, por ejemplo, entonces su impacto se deberá evaluar a los 24 meses y así sucesivamente.



La descomposición de la materia orgánica en la laguna puede realizarse anaerobiamente, liberando metano (CH_4), ácido sulfídrico (H_2S) y amoníaco (NH_3), gases de olor fétido, mientras que al introducir oxígeno, se fomentará una descomposición de tipo aerobio, liberando bióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), nitrato (NO_3) y sulfato (SO_4), gases inoloros.

Aparentemente, la actividad bacteriana de depuración se inhibe en un medio salobre. Las partículas provenientes de aguas crudas dulces se flocculan, sedimentan y acumulan en zonas de baja circulación. Este sedimento es muy fino, no cohesivo, de color blancuzco, olor fétido y fácilmente resuspendible. Este proceso abre una línea de investigación importante y podría conducir a la revisión de la metodología de diseño de emisores submarinos, por ejemplo.

GENERALES

La recuperación de la dinámica cíclica lagunaria de apertura y cierre de bocas, puede lograrse mediante la liberación de un gasto mínimo de reserva, previa concertación con los diferentes usuarios aguas arriba. Esta liberación, implica dejar de producir cierta riqueza asociada al uso de esa agua, sea industrial, agrícola o en pesquerías, potencialmente evaluable, pagable y negociable.

El costo unitario del agua es relativamente fácil de obtener e involucra la inversión de las obras, su vida útil, capacidad, costos de operación y mantenimiento, nuevas fuentes de abastecimiento, ampliación (de acuerdo a proyecciones de crecimiento de población,



industria, agricultura u otros usos del agua), restauración de lagunas y administración del organismo operador o asociación de usuarios de riego. El precio es un concepto diferente al costo y es el que paga el usuario, este es mucho más complejo de obtener, porque intervienen aspectos políticos, sociales, culturales, económicos —de balance de subsidios con utilidades—, de disposición de pago o *willingness to pay*, del potencial

económico de la población, de volumen y de uso. Sólo a manera de ejemplo, no es lo mismo el consumo de 1 m^3 para subsistencia en zonas marginadas o para la agricultura enfocada a la autosuficiencia alimentaria del país, que el mismo m^3 como insumo para la industria, cuyo producto final incluso, es para exportación.

Los usuarios del agua en cuencas saturadas, como la de Lerma-Chapala, deben buscar, en conjunto, la liberación del mencionado gasto mínimo de reserva. Primero, para revertir la tendencia de disminución de niveles del lago, y segundo, a mayor plazo, para buscar la explotación en equilibrio del recurso disponible con el requerido en toda la cuenca. El costo de dejar de producir cierta riqueza asociada al uso del agua, será el costo que los diferentes usuarios tendrán que pagar por evitar un irremediable colapso y el eventual violento conflicto social.

CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS

En el proyecto piloto de Bojórquez han intervenido, además del autor de este escrito en las etapas de concepto, el doctor Polioptro Martínez y los ingenieros Mauricio Escalante, Luis Rey Puente, Isidro Robles, José Alfredo González y Alberto Aguilar; se han recibido valiosos comentarios de los doctores Alfonso Banderas, Gabriela Moeller, Petia Mijailova, e ingenieros Alberto Güitrón y Jesús Campos, Antonio Fernández Esparza, Ignacio Castillo, Roberto Contreras, Óscar Gutiérrez y Mario Bueno de la CNA.

Gracias al doctor Ramírez e ingenieros Isidro Robles y Mauricio Escalante por su permiso para utilizar las Figs. 3,5 y 6. ✨

ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA, A. C. SOLICITUD DE INGRESO

DATOS PERSONALES

Apellido paterno, materno, nombre(s)		R:F:C:	Sexo
Domicilio _____			
Calle		Número	
Colonia	C.P.	Delegación/Municipio	
Ciudad	Estado	Teléfonos	
Grado de estudios		Pasante	Egresado
Licenciatura	Egresado de	Año	
Maestría	Egresado de	Año	
Doctorado	Egresado de	Año	
Otros		Año	

ACTIVIDAD PROFESIONAL

Nombre de la empresa o institución			
Giro de la empresa		Puesto	
Domicilio _____			
Calle		Número	
Colonia	C.P.	Delegación o Municipio	
Ciudad	Estado	Teléfonos	

INSCRIPCIÓN	\$ 50.00
ANUALIDAD POR EL AÑO 2001:	\$ 130.00
TOTAL:	\$ 180.00

- ENVIAR POR CORREO O PERSONALMENTE 2 FOTOGRAFÍAS TAMAÑO INFANTIL A COLOR, PARA ELABORAR LA CREDENCIAL QUE LO ACREDITA COMO SOCIO ACTIVO.
- LOS IMPORTES DEBERÁN SER DEPOSITADOS EN LA CUENTA BANAMEX No. 6096-7 SUC.233, A NOMBRE DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA, A.C.
- ENVIAR POR FAX LA FICHA DE DEPÓSITO JUNTO CON LA SOLICITUD DE INGRESO DEBIDAMENTE REQUISITADA, POSTERIORMENTE SE LES ENVIARÁ POR CORREO EL RECIBO CORRESPONDIENTE.
- POR FAVOR ENVIAR LOS DATOS CORRECTOS PARA ELABORAR FACTURA. NOMBRE, DIRECCIÓN, TELÉFONO, RFC.

CONSULTA LA PÁGINA WEB:
www.aguamh.com

El derecho por descarga y su relación con el impacto recaudatorio y la calidad del agua

por Héctor Manuel Bravo Pérez*
Gustavo Armando Ortiz Rendón*

Se analizan los resultados en términos de recaudación por aguas residuales y de calidad del agua así como de la aplicación de la Ley de Derechos en Materia de Agua.

INTRODUCCIÓN

A partir de la promulgación en 1988 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente y del cobro de derechos por descargas, a que se refiere la Ley Federal de Derechos (LFD) de 1991 y sus reformas, se han iniciado algunas acciones para tratar aguas residuales y reducir los niveles de contaminación de los cuerpos receptores de descargas de agua. Sin embargo, la evaluación de los resultados muestra la necesidad de realizar un mayor esfuerzo en

el diseño técnico-económico de la ley y en las acciones para su efectiva aplicación.

Las leyes vigentes exigen que todos los usuarios que descargan aguas residuales, dentro de ciertos límites de contaminación, instalen un sistema o planta de tratamiento, cuya eficiencia de remoción les permita cumplir con los máximos permisibles que establecen las normas.

Los Derechos por Uso de Bienes del Dominio Público de la Federación como Cuerpos Receptores de Descargas de Aguas Residuales (Capítulo XIV de la Ley Federal de Derechos) planteaba que las cuotas que se establecieran fueran en promedio o por unidad de descarga (m^3) mayores que los costos de tratamiento. Es decir, no buscaba un objetivo recaudatorio, sino pretendía propiciar la construcción de plantas de tratamiento. Se decía también que se quería evitar implantar un cobro que diera derecho a contaminar.

El principio era “el que contamina paga”, sin embargo, la ley ha establecido excepciones y exenciones, unas temporales y otras definitivas, que no han permitido cumplir con esos objetivos y mucho menos recaudar ingresos importantes para invertirlos en acciones de saneamiento.

En un principio (1992) la Ley Federal de Derechos LFD, establecía como base del cobro dos parámetros: demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST). El pago se realizaba trimestralmente de acuerdo a cuotas diferenciales, según la zona de disponibilidad en donde se ubicaba la descarga y en virtud de los kilogramos de contaminante vertidos al cuerpo receptor. El pago era obligatorio sólo cuando el responsable excedía la norma técnica ecológica correspondiente o sus condiciones particulares de descarga o cuando, aún sin fijársele la norma o condición, superaba los valores de 300 mg/l DQO o 30mg/l de SST que marcaba la ley.

También se establecía un derecho específico por descarga de agua residual, aplicable a organismos de agua potable y alcantarillado, de acuerdo a un diferencial del grado de aportación de la descarga industrial arrojada al alcantarillado, respecto de la aportación total de la descarga al cuerpo receptor nacional. Se establecía también que los contribuyentes que informaran y demostraran que estaban en proceso de la

realización del proyecto constructivo o la ejecución de las obras relativas a la calidad de descarga, no pagarían el derecho por un plazo que no excediera de dos años (en posteriores modificaciones a la ley este plazo se extendió).

El cálculo del derecho y la normatividad relacionada era simple y prevaleció con algunas pequeñas reformas anuales hasta 1995. Este esquema propició algunos resultados relativamente importantes en el registro de recaudación y en el incremento de las coberturas de plantas de tratamiento, principalmente en industrias consumidoras y de condición económica estable.

Para 1996 se presentaron reformas que modificaron el esquema inicial y complicaron la aplicación de la ley, aunque permanecieron como base del pago los dos parámetros mencionados. Esta modificación sólo dura un año y lo único rescatable de ella es que se comienzan a considerar cuotas diferenciales al tipo del cuerpo receptor.

Por último desde 1997 y hasta el presente, salvo algunas particularidades que fueron considerándose en cada uno de los años antes mencionados, el “Derecho por Uso o Aprovechamiento de Bienes del Dominio

Público de la Nación como Cuerpos Receptores de las Descargas de Aguas Residuales” toma como base del cobro la NOM-001-ECOL-1996¹ y el cálculo del monto del derecho se realiza cuando las descargas rebasan las concentraciones que marca dicha norma, para coliformes fecales, potencial hidrógeno, contaminantes básicos, metales pesados y cianuros tal como se describe en la Fig. 1.

EL RESULTADO DE LA POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL DEL AGUA

Desde el punto de vista económico se conocen tres formas equivalentes para controlar la emisión de contaminantes: la negociación directa entre el contaminador y el afectado

¹ Norma oficial mexicana, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación, 6 de enero de 1997.



Figura 1. Cuotas de los derechos de descarga 2001.

por la contaminación, la asignación de la propiedad del medio contaminado a alguno de los agentes involucrados, y la aplicación de un impuesto al productor de la contaminación. En México hemos optado por esta última política, combinada con algunas de control de la calidad del agua. En la primera parte de este trabajo se muestran diversas generalidades de su aplicación. Para un conocimiento más detallado, véase la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua.

Es sabido que la producción de una *externalidad* negativa, en este caso la emisión de agua residual, produce diferencias entre el costo social y el costo privado. Dicho de otra manera, quien ocasiona el daño no *internaliza* su efecto sobre la sociedad en su conjunto, por lo que se produce cada vez más contaminación. Si la entidad encargada del control de la contaminación fuera capaz de cuantificar el impacto al medioambiente, bastaría con que fijara un impuesto equivalente al daño causado para corregir la distorsión.

Esperando que al fijar el impuesto (derecho) de la forma descrita en el párrafo anterior, se establecieran los incentivos económicos de forma tal que cuando el productor de la contaminación maximice sus beneficios, tome en cuenta el costo del daño medioambiental y por lo tanto deje de contaminar paulatinamente. Para lograr esto, el productor de contaminantes tiene dos posibilidades: construir plantas de tratamiento para reducir el nivel de contaminantes hasta los niveles establecidos por las normas establecidas o pagar el derecho que le fija la autoridad y descargar el agua en la cantidad y calidad que más le convenga.

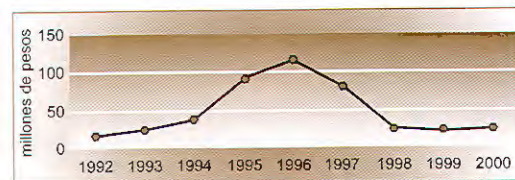
Otra posibilidad, sería que no se lograra *internalizar* la *externalidad* negativa, pero que si se maximizase el beneficio de los contaminadores aprovechando los resquicios legales para no pagar el derecho, argumentando que se cuenta con proyectos de plantas de tratamiento y en realidad no contar con ellos. Esta es, probablemente, la opción más socorrida.



¿Cómo podríamos conocer los verdaderos efectos que ha tenido la política que ha seguido la CNA a este respecto?

Existen dos parámetros que permiten conocer la efectividad de la política: la recaudación por concepto de cobro de derechos por uso y aprovechamiento de cuerpos receptores y los efectos de su aplicación en la calidad del agua.

De acuerdo a la información generada por la Gerencia de Recaudación de la CNA (Red de Agua), la recaudación por uso de cuerpos receptores, en términos **nominales**, es la que aparece en la gráfica 1. Como puede observarse, es claro que desde el punto de vista recaudatorio este derecho no ha cumplido sus objetivos, manteniéndose, durante el período analizado, en niveles muy bajos, ya que aún en el mejor momento sólo ingresaron algo más de 100 millones de pesos, lo que representó casi el 5% de la recaudación total.



Gráfica 1. Recaudación por uso de cuerpos receptores

La baja recaudación lograda por este concepto no sería tan grave si se correspondiera con una disminución en la emisión de la contaminación o equivalentemente con una mejoría en la calidad medioambiental.

De acuerdo a las Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 1993-1998, publicadas por el INEGI, la situación ambiental del agua, tomando como parámetros la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno y los sólidos suspendidos totales, se muestran en las gráficas (2, 3 y 4).

De esta gráfica puede observarse una tendencia creciente en el tiempo de la demanda bioquímica de oxígeno, lo cual muestra que la construcción de plantas no ha sido suficiente como para disminuir o al menos controlar el crecimiento de este parámetro.

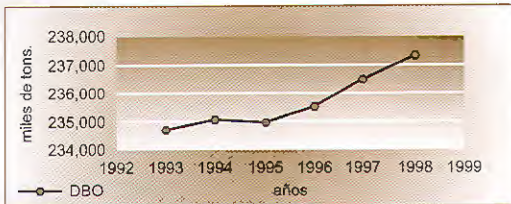
REFERENCIAS

Comisión Nacional del Agua (de 1991 a 2001), *Ley Federal de Derechos en Materia de Agua*, México D.F.

Comisión Nacional del Agua (2000), *Red de Agua*, México D.F.

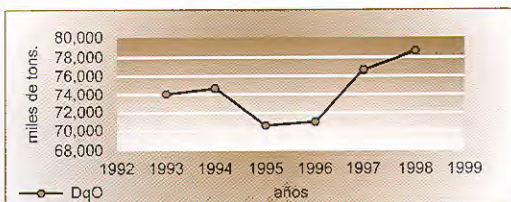
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2000), *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 1993-1998*, México D.F.

Diario Oficial de la Federación (1988), *Ley General de Equilibrio Ecológico*, México D.F.



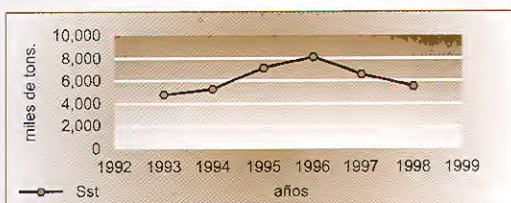
Gráfica 2. Demanda bioquímica de oxígeno

La demanda química de oxígeno, muestra una gráfica más interesante, ya que coincidiendo con el periodo



Gráfica 3. Demanda química de oxígeno

de mayor recaudación, se produce una fuerte disminución en este parámetro, mostrando una aparente correlación negativa, signo esperado, entre el cobro del derecho y la disminución de este parámetro.



Gráfica 4. Sólidos suspendidos totales

Finalmente, en cuanto a los sólidos suspendidos totales, no es posible concluir si las políticas aplicadas han surtido o no efecto, ya que los niveles se encuentran en el mismo nivel que en 1993, sin embargo aunque su tendencia es decreciente, no ha sido posible disminuir el nivel de contaminación de 1993.

Lo que es fácilmente observable es que cada vez hay más ríos y acuíferos del país severamente contaminados. En la segunda parte del siglo XX se han destruido de manera irreversible algunos activos hidráulicos que tardaron tal vez millones de años en construirse. Este instrumento fiscal que se comenta, más que buscar una mayor recaudación busca

propiciar la *internalización* de los costos medio ambientales y la participación corresponsable de todos los agentes que descargan agua residual contaminada.

CONCLUSIONES

La CNA ha aplicado en los últimos nueve años, una política combinada de precios y cantidades. En este periodo sus políticas no han sido del todo efectivas y no ha quedado claro cuál es el nivel de contaminación que podría tolerarse.

La política recaudatoria no ha cumplido sus objetivos y no se han logrado disminuir o al menos controlar la contaminación de las aguas nacionales. Es necesario evaluar y corregir la forma en que se está administrando el agua residual. Habrá que realizar estudios para cuantificar el daño al medioambiente, para que el derecho fuera igual a este valor y así corregir la distorsión.

En tanto se logra lo anterior las cuotas deben tener cuando menos los niveles suficientes para cubrir costos de tratamiento y gravar las descargas por cualquier nivel de contaminación.

Debe mostrarse mayor voluntad política para generalizar los cobros por descargas para todos los usuarios y sistemas: esto implica obrar con mayor energía en la aplicación de las leyes y códigos vigentes, reforzar las acciones penales y punitivas contra los contaminadores.

Deben multiplicarse los incentivos fiscales y económicos que promuevan el financiamiento de acciones y obras de

control de la contaminación.

Por ahora, salvo algunos apoyos fiscales, no permanentes y dispersos, incluso muchos ni conocidos por los usuarios, no existe un verdadero programa estructurado para apoyo y estímulo de las acciones de tratamiento. ✱



por Jaime Collado*



Regulación de la participación del sector privado en la prestación de servicios públicos de agua

La Ley es de observancia general, un reglamento especifica la manera en que debe aplicarse la Ley, y la regulación protege el interés público de las prácticas monopólicas públicas o privadas. En particular, se recurre a la regulación para equilibrar el ejercicio de los derechos privados con el interés público cuando se presentan fallas en los mercados. La prestación de servicios públicos es una función del Estado, por ello, cuando una empresa privada lo sustituye en esa actividad está sujeta a regulación. En México, la prestación de servicios de agua potable es una función de los municipios y, si concesionan ese servicio, les corresponde regular a los concesionarios o establecer un ente regulador. Las decisiones fundamentales de la regulación son seleccionar si se regula mediante legislación o por contrato y si se regula la estructura, los procedimientos o los resultados de las empresas. En este artículo se sugieren las condiciones básicas que deben cumplir los concesionarios y la entidad reguladora para satisfacer las expectativas de los consumidores.



INTRODUCCIÓN

Los servicios públicos desempeñan una función estructural. Son elementos distintivos de la organización socioeconómica y tienen una importancia similar a la de los sistemas monetario, crediticio y educativo. La organización de la producción y la magnitud de los asentamientos humanos actuales serían inconcebibles si no existiesen servicios públicos eficaces a escala masiva.

Aunque los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado parecen funcionar más eficientemente como monopolios, su contribución al bienestar, más que voluntaria, es orientada mediante regulaciones. La regulación de estos servicios proviene del interés público y se traduce principalmente en control de tarifas, procedimientos, calidad del servicio y resultados. Pinkham y Chaplin (1996) presentan una serie de escenarios para la prestación de servicios de agua potable en función del grado de involucramiento del gobierno federal en la regulación y el compromiso de las empresas privadas para financiar la provisión de esos servicios.

Cuando el sector privado participa en la prestación de servicios públicos, se origina un conflicto entre el interés público y el privado, debido a la diferencia entre el objetivo principal de las empresas privadas (maximizar sus utilidades) y el del interés público (obtener un servicio adecuado al menor precio).

Por tanto, la regulación es un concepto legal con raíces políticas que se derivan de dos extremos de la organización económica: el mercado y el interés público. En el primero, se parte de la base de la libertad para perseguir el propio interés y, en el segundo, el Estado trata de fomentar comportamientos que teóricamente no tendrían lugar sin su intervención. En este contexto, la regulación es una directiva que aplica el Estado de manera coercitiva para proteger el interés público mediante normas de derecho público.

PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS

Una justificación parcial para la participación del sector privado en la provisión de servicios públicos de agua es que éstos son claros ejemplos de monopolios naturales, es decir, son actividades con economías de escala (a mayor producción menor costo unitario) y de aglomeración (los servicios son más baratos cuando los provee una misma empresa que cuando los proveen dos o más). Por otra parte, los organismos operadores pequeños suelen tener problemas financieros que se traducen en dificultades técnicas, de manejo y de adecuación general de los servicios. El Banco Mundial (1996) estima que la escala óptima mínima para conservar las economías de escala y alcance es de 500,000 usuarios.

La participación del sector privado en la prestación de servicios públicos no implica solamente la figura de privatización (transferencia del control y de la propiedad del sector público al privado), sino también alude a contratos de servicio y administración, acuerdos de renta, concesiones, venta de acciones y esquemas de construcción, operación y transferencia (BOT, por sus siglas en inglés). Esta participación, en teoría, es una alternativa para expandir la cobertura y calidad de los servicios, generar los recursos para financiar las grandes inversiones requeridas en el futuro, incrementar la eficiencia económica, reducir la carga fiscal e introducir desarrollos tecnológicos (Rivera, 1999).

Aunque la participación del sector privado en la prestación de servicios públicos de agua ha conducido, ya sea inicialmente o en algunas regiones del mundo, a resultados benéficos y al mejoramiento de la eficiencia productiva, esto no garantiza por sí solo la sustentabilidad del servicio ni la magnitud de las inversiones requeridas. Por ello, cuando la base del sistema es de derecho privado y de mercados, la regulación debe dirimir situaciones en las cuales el mercado y el derecho privado no cuentan con elementos suficientes para solucionar problemas percibidos como socialmente importantes. Aun así, por ejemplo, un caso de falla en este tipo de participación se da cuando el con-

La participación del sector privado en la prestación de servicios públicos no implica solamente la figura de privatización (transferencia del control y de la propiedad del sector público al privado), sino también alude a contratos de servicio y administración, acuerdos de renta, concesiones, venta de acciones y esquemas de construcción, operación y transferencia (BOT, por sus siglas en inglés). Esta participación, en teoría, es una alternativa para expandir la cobertura y calidad de los servicios, generar los recursos para financiar las grandes inversiones requeridas en el futuro, incrementar la eficiencia económica, reducir la carga fiscal e introducir desarrollos tecnológicos (Rivera, 1999).

cesionario no tiene experiencia en la administración de sistemas de distribución de agua y el ente regulador carece de la fuerza coercitiva necesaria para lograr los resultados deseados.

REGULACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUA

Cuando se establecen prácticas monopólicas –públicas o privadas– que desprotegen a los consumidores, o bien, se producen fallas en los mercados que invalidan las suposiciones en las cuales se justifica la participación del sector privado en la prestación de servicios públicos de agua, surge la necesidad de regular. Los casos más relevantes se presentan cuando la información es imperfecta, la competencia efectiva es inexistente o las externalidades son una realidad (Solanes, 1999). Aun así, la regulación no es una panacea, sino un remedio subóptimo, también expuesto a problemas, por lo que es posible hablar de “fallas regulatorias”.

El proceso de conversión de los sistemas de servicios públicos de agua hacia un sistema de mercados ha presentado una serie de problemas, entre otros, uno que implica un cambio de los monopolios a la competencia. En estos casos, las preguntas más relevantes son i) cómo se regulará: a través de la legislación o por contrato, y ii) qué es más eficiente: regular la estructura o la conducta de las empresas.

Los contratos administrativos por medio de los cuales se otorga el derecho a prestar un servicio público a una persona privada, generalmente contienen cláusulas especiales referidas a la provisión de garantías, la autoridad administrativa que ha de interpretar el contrato, las modificaciones destinadas a servir mejor el interés público, la resolución de conflictos, la determinación de sus efectos y la clarificación de cualquier duda que pudiera plantearse.

En términos muy generales, puede decirse que las regulaciones pueden versar sobre los temas más diversos,

incluidos la calidad del servicio prestado, su alcance y cobertura, la frecuencia o consistencia, el precio y su impacto ambiental. Pueden referirse a las estructuras de los mercados o a la legislación que requieren las prácticas contractuales, a la propiedad y la transferencia de acciones, al acceso para inspeccionar la infraestructura y a las condiciones y procedimientos conexos, a la separación o prohibición de ciertas actividades, y a la divulgación de la determinación de tarifas, así como a la de la información, contabilidad y utilidades de la administración, etcétera.

El manejo de las empresas de servicios públicos de agua ejerce un impacto tanto en la cantidad como en la calidad de ésta. Por este motivo, los concesionarios son considerados como grandes usuarios y están sujetos a una serie de controles y requisitos con respecto al uso del agua (Richard y Triche, 1994). La proliferación de los usos del agua, los efectos recíprocos y su impacto agregado en el ambiente, han demandado el establecimiento de estructuras legales y de organización para su control, planificación y coordinación.

El sistema de asignación de derechos de uso del agua puede impedir la competencia en materia de prestación de servicios públicos. Para corregir esta situación, la Ley de Aguas Nacionales contiene disposiciones referidas al uso efectivo de los recursos hídricos dentro de ciertos periodos para aquellos propósitos que el sistema legal considera benéficos. El objetivo de estos principios es impedir que los individuos establezcan monopolios absolutos sobre el agua.

La delimitación de las áreas de prestación de servicios de agua potable y saneamiento se basa en dos objetivos: asegurar que no queden áreas sin servicios y crear áreas que permitan lograr economías de escala.

Los organismos operadores de agua potable están obligados a suministrar servicios de agua dentro de su área concesionada y a mantener, mejorar y ampliar la infraestructura correspondiente, así como a cumplir con ciertas normas operativas. De conformidad con los términos y condiciones financieras de la concesión,

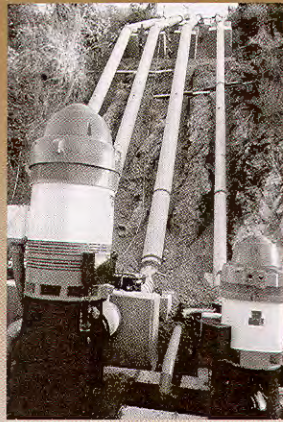


FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON

deben suministrar servicios e infraestructura a los usuarios que los requieran, lo que se complementa con el derecho a requerir conexiones forzadas. Los términos financieros pueden incluir pagos, depósitos, instalación de medidores y otras condiciones. En algunos sistemas se establece la responsabilidad civil del concesionario ante los usuarios, si éste no cumple con sus obligaciones.

Entre las obligaciones del concesionario están la de suministrar una cantidad suficiente de agua de buena calidad, mantener la continuidad de dicho servicio a una presión de agua adecuada y asegurar que las conexiones se mantengan en óptimo estado de operación. Bajo ciertas circunstancias, esta obligación se puede extender a usos no domésticos. Los requerimientos de la calidad del agua revisten particular importancia y los concesionarios están obligados a respetar las normas específicas de cada uso del agua, las sustancias que el agua puede o no contener así como sus concentraciones, y los procedimientos de muestreo, monitoreo e información sobre la calidad de las fuentes de agua que se usan, etcétera.

Las obligaciones del concesionario se pueden extender a los aspectos técnicos de los métodos utilizados para suministrar el servicio, la construcción y diseño de la infraestructura, y la calidad y características del equipo y las instalaciones. Estas obligaciones se complementan con una serie de derechos, como son el de requerir medidores en ciertos casos, controlar a los usuarios, evitar actividades que contaminen el agua, y controlar las descargas en el sistema de drenaje. Por su parte, los concesionarios mismos están sujetos a estándares cada vez más estrictos relativos al nivel de contaminación que pueda derivarse de sus actividades.

Una de las obligaciones del concesionario, que reviste particular importancia, es proporcionar, en forma adecuada y oportuna, información al público y a la entidad reguladora. Para tal efecto, el concesionario debe llevar ciertos registros y contar con catastros, planos y mapas de las redes del servicio, publicaciones, informes y datos sobre el estado del sector, etcétera.

Los principales temas de interés para los consumidores incluyen el acceso a los servicios (facilidad y permanencia de las conexiones), la equidad (en una serie de servicios, el consumidor doméstico no tiene mayor elección, y por ello es fundamental tener presente de qué manera se consideran sus intereses frente a los de los concesionarios, los accionistas y los grandes clientes comerciales) y la información (¿son abiertos los sistemas de información y dan garantía de responsabilidad al concesionario?).

Los consumidores tienen fundamental interés en que los principios de prestación de los servicios públicos sean comunes a todos los servicios, que el criterio fundamental para la ganancia de las empresas sea el principio de un rédito razonable por los servicios eficientemente prestados, que los reguladores publiquen los criterios sobre los cuales se fijan las tarifas, que se brinde un análisis detallado de las opciones bajo consideración, que los posibles resultados de diferentes alternativas —particularmente con respecto a los consumidores domésticos— se den a conocer ampliamente y que incorporen la opinión de los consumidores, que haya posibilidad de participación informada y oportuna en el debate, y que se conozca la justificación de las decisiones.

Con el fin de lograr un trato justo a concesionarios y consumidores, el ente regulador debe tener siempre una competencia residual para regular de nuevo si la competencia teórica no se produce por cualquier motivo. En las entidades que proveen servicios a mercados cautivos y a clientes por los que se compite, debe existir una total separación y prohibición de subsidiar a los mercados competitivos a costa de los cautivos. Tampoco se debe permitir que la empresa de servicios públicos resguarde y utilice información generada como consecuencia de sus actividades para obtener ventajas estratégicas en negocios colaterales, como podría ser una empresa de aguas dedicada también a negocios inmobiliarios.

CONCLUSIONES

Las empresas prestadoras de servicios públicos sustituyen al Estado en la provisión de servicios públicos, con lo cual se convierten en servidores públicos que

desempeñan una función del Estado. Por consiguiente, están sujetas a regulación.

La regulación de la información se requiere porque los déficit de información pueden dar lugar a fallas de mercado.

Los costos de no regular no sólo son económicos, sino también sociales y políticos, y resultan mucho más altos que abstenerse de regular.

La regulación no soluciona problemas estructurales de distribución de ingresos. Éstos son problemas macroeconómicos que se resuelven a otro nivel.

Las empresas deben estar sujetas a obligaciones y penalidades estrictas en materia de información y rendición de cuentas, como también otros tipos de información, que entre otros aspectos, facilita la actuación de los grupos de consumidores.

Cuando los derechos de uso del agua son un elemento importante en la prestación de servicios, éstos no deben ser transmitidos o administrados de tal manera que generen monopolios e inestabilidad o incertidumbre legal.

La participación del sector privado en la prestación de servicios públicos no es una panacea, como tampoco lo es la regulación. ✱

REFERENCIAS

Banco Mundial, "Toolkits for Private Sector Participation in Water Supply and Sanitation", Washington, D. C., noviembre, 1996.

Pinkham, R. y S. Chaplin, "Water 2010: Four Scenarios for 21st Century Water Systems", Rocky Mountain Institute, 1996.

Richard, B. y T. Triche, "Reducción de las Limitaciones Regulatorias a la Participación del Sector Privado en los Servicios de Abastecimiento de Agua y Saneamiento en América Latina", Banco Mundial, 1994.

Rivera, D. "PSP in the W&S Sector: An Overestimated Harvest? Lessons from Six Experiences in Developing Countries", Banco Mundial, 1999.

Solanes, M. "Servicios Públicos y Regulación: Consecuencias Legales de las Fallas de Mercado", CEPAL, 1999.

n2oinfo

El agua para la gente que no cuenta con red de distribución es diez veces más cara que para los que la tienen en Túnez, 11 en Nairobi, 17 en Lima, veinte en Guayaquil y cuarenta en El Cairo.

Indicadores de gestión en los organismos operadores de agua potable



por Víctor Javier Bourguett Ortiz*

Se presentan una serie de indicadores operativos y financieros que pueden adoptarse para evaluar la eficiencia de organismos operadores de agua potable en México.

INTRODUCCIÓN

Mejorar las condiciones con las que actualmente operan los sistemas de distribución de agua potable y saneamiento del país es uno de los mayores retos que enfrenta la sociedad para los siguientes años. No será tarea sencilla por la gran cantidad de problemas a enfrentar (Hernández, 1995) y (Martínez-Austria *et al*, 1995 y 2001). Es conveniente establecer una sólida base de información para el análisis de la situación de los

organismos y de las acciones más urgentes para mejorar, por ejemplo, la gestión técnico-financiera como medida indispensable para, entre otras importantes acciones, establecer un marco normativo del servicio público de agua en el país y crear una herramienta estratégica para la necesaria implantación de los esquemas de participación privada en los organismos.

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
vbourgue@tlaloc.imta.mx

CIUDAD/PAÍS*	CONSUMO (l/hab/día)	CONSUMO (m ³ /mes/con.)
Sao Paulo, Brasil	237	38
Brasilia, Brasil	211	60
Santiago, Chile	204	34
Bogotá, Colombia	167	30
San José, Costa Rica	208	29
León, México	199	33
Aguascalientes, México	388	58
Murcia, España	268	33
Estados Unidos	666	89
Japón	355	57
Francia	256	75
Inglaterra	136	18

*Los valores de países, son un valor promedio

Tabla 1. Consumos en diferentes ciudades y países del mundo

No es fácil la elección de los indicadores más adecuados para evaluar el estado actual de los sistemas (IV), sobre el tema existen numerosas propuestas en la literatura y algunas aplicaciones en el país, por ejemplo, los reportes que emiten algunas comisiones estatales (CEASG, 2000) y la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2000), sin embargo, aún no se tiene un acuerdo general sobre el tema y son muy diferentes a los propuestos por el Banco Mundial (BIRF, 1996) o la Oficina del Agua de Inglaterra (OFWAT, 1997), entre otros (Yepes, 1999; WB, 1999; Raftelis, 1989). A continuación se presentan algunos indicadores que permiten establecer los niveles de eficiencia operativa y financiera de los sistemas, además de mostrar los valores de algunos de ellos en otros países, como referencia para cuando se calculen en cada organismo.

Tradicionalmente los indicadores de los sistemas de agua se agrupan en dos grandes conjuntos: operativos y financieros. Para su análisis, el área operativa se puede concentrar en seis grupos: consumo, sistema de distribución, agua no contabilizada, sistema de alcantarillado, saneamiento y personal. Por su parte los indicadores financieros se agruparán en: eficiencia, apalancamiento, liquidez, rentabilidad y operación.

INDICADORES OPERATIVOS

Se manejan cuatro indicadores: consumo unitario, relación de grado entre medición y consumo, distribución del

agua consumida, y precio del agua y elasticidad. El consumo unitario es un indicador básico, su valor depende de múltiples variables, la tabla 1 muestra algunos valores de referencia.

La medición domiciliar establece el impacto que sobre el consumo puede tener la implantación de micromedidores, las figs. 1 y 2, muestran curvas típicas del comportamiento promedio en dos países, este tipo de curva puede ayudar a definir el grado de medición más adecuado para los sistemas del país.

La distribución del consumo por el número de usuarios es otro indicador. Ver fig. 3: gráfica típica de esta distribución. Se presenta el caso de dos ciudades con diferente desarrollo, Washington, EU y Bogotá, Colombia.

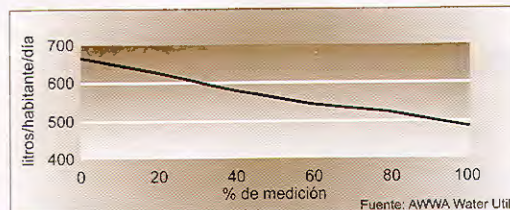


Figura 1. Consumo de agua vs medición en Canadá

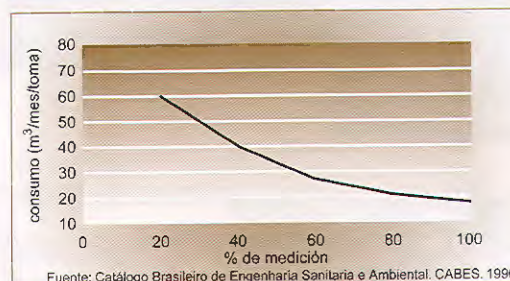


Figura 2. Consumo de agua vs medición en Brasil

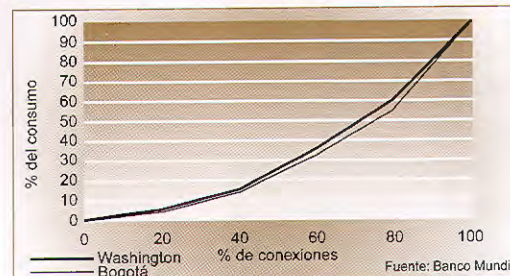


Figura 3. Distribución del consumo de agua por usuario en Washington, EU y Bogotá, Colombia.

Por lo que respecta al precio del agua y su elasticidad, parámetro sumamente importante en la evaluación social de los proyectos de infraestructura, se sabe que la elasticidad del precio del agua oscila entre un -0.1 y -0.7 (adimensional), con una media de -0.36 , para usuarios domésticos y -0.44 y -1.32 , con una media de 0.87 para usuarios industriales.

Los indicadores del sistema de distribución son cuatro: el primero relaciona la longitud de tubería con el número de personas servidas, un segundo índice se obtiene al dividir la longitud de la tubería entre el número de conexiones. En los EU existen, en promedio, 6.4 m de tubería por cada persona y 24 m de tubería por toma domiciliar, en Japón los valores son de 4.1 m y 11.8 m respectivamente y en Brasil 2.3 m y

12.5 m. El tercer parámetro analiza el estado de deterioro de la tubería a través del número de fallas de tubería por cada kilómetro y por año. Se sabe que una tubería con una falla por kilómetro y por año se encuentra en muy buen estado, que cuando se tienen dos fallas por kilómetro por año el estado de la tubería comienza a ser preocupante y que cuando se presentan más de dos fallas por kilómetro y por año la situación es inaceptable. La ciudad de Saltillo tiene alrededor de 1.16 fallas/km/año. El último indicador de la red, es el volumen de agua en tanques de regulación por habitante, en este caso el valor debería oscilar entre 1.08 m³/hab en poblaciones menores de 25 mil habitantes y 0.55 m³/hab en ciudades mayores a 1 millón de personas; Monterrey dispone de 0.4 m³/hab, Santiago de Chile, 0.14, EU 0.75 en promedio, Bruselas, Bélgica, 0.33.

Los indicadores de agua no contabilizada, son cuatro. El primero es un indicador porcentual de pérdidas, de amplio uso en el país, que relaciona el volumen de las pérdidas respecto al volumen producido.

Un segundo indicador expresa el volumen perdido por día y por kilómetro de tubería, (m³/día/km). La tabla 2 presenta algunos valores de referencia: el valor promedio del primer indicador en países en desarrollo es de 37%, para países desarrollados este valor siempre es menor a 20%; en cuanto al segundo un valor de 17 m³/día/km se considera adecuado. El valor más alto registrado por el Banco Mundial es de 62% en Burs, Turquía y en México se tienen algunos casos muy similares a este valor y un promedio nacional de 39.9%, en 1999.

Un tercer índice es la composición del agua no contabilizada, al respecto es común que las pérdidas comerciales sean más altas que las físicas, aunque en México se tienen experiencias diferentes, la tabla 3 muestra algunos valores de referencia.

El cuarto indicador es la existencia y duración de programas de reducción de pérdidas. La práctica muestra que se requiere del orden de cuatro a seis años para obtener beneficios relevantes.



CIUDAD/PAÍS*	PORCENTAJE	m ³ /Día/Km
Chetumal, México	62	nd
Sao Paulo, Brasil	40	70
Bogotá, Colombia	40	135
Bangkok, Tailandia	33	73
Murcia, España	25	22
Guinea	53	nd
Japón	11	13
Estados Unidos	12	17

*Los valores de países, son un valor promedio

Tabla 2. Agua no contabilizada, indicadores porcentual y m³/día/km de tubería.

CIUDAD	FÍSICA %	COMERCIAL %
Singapur	4	7
Barcelona	11	12
Bogotá	14	26
Salamanca	58.88	7.9
León	44.72	10
San José	21	25

Tabla 3. Composición del agua no contabilizada

Los indicadores de alcantarillado son la longitud de la red por conexión, para este caso los valores típicos son 10.1 m por conexión en Francia, 5.2 en Inglaterra (Water UK, 1998) y de 11.1 en Brasil. Otro indicador es el gasto unitario que se fuga de la red y que se infiltra al suelo, este valor no debe tener un orden de magnitud superior a 456 litros por día por kilómetro.

El saneamiento tiene dos indicadores principales: uno es la composición del agua influente. Se deben analizar al menos 25 parámetros que describan la composición del influente y otro será la eficiencia de remoción. Son 21 los componentes del efluente que se recomienda monitorear para evaluar la eficiencia de remoción (WR, 1994).

En cuanto al personal son cuatro los indicadores relevantes: empleados por tomas (agua potable); miles de m³ vendidos por año y por empleado; kilómetros de tubería instalada por empleado; y usuarios servidos por empleado. La tabla 4 muestra valores característicos.

INDICADORES FINANCIEROS

Indicadores de eficiencia. Este grupo se compone de cuatro parámetros: relación de trabajo (RT) es la

CIUDAD	EMPLEADOS/ 1,000 TOMAS	10 ³ m ³ / EMPLEADOS	km/EMPLEADOS	MILES DE HAB/EMPLEADOS
Bruselas, Bélgica	3.2	105	3.3	3
Sao Paulo, Brasil	5.1	nd	2.1	0.8
León, México	4	95.9	nd	2.28
Santiago, Chile	2.1	191	4.1	2.5
Banlieue, Francia	4.5	200	nd	2.2
Japón	1.7	nd	7	1.7
Monterrey, México	4.1	86	2.2	1.5
Brasilia, Brasil	13.5	40	0.4	0.9
EUA	2.7	370	8.6	1.5
Canadá	2	424	nd	1.7

Tabla 4. Indicadores de personal.

relación entre los costos de operación y los ingresos. Una gestión financiera sana requiere que $RT < 1$. Cerca de 30% de los sistemas en el mundo tienen valores menores de 0.5.

La relación de operación se obtiene de los costos de operación (incluyendo depreciación y pago de intereses) entre los ingresos. Este valor en general tiene un promedio de 0.4.

Cuentas por cobrar es el tercer indicador de eficiencia financiera. Generalmente se expresa en meses de ventas, es la relación entre las cuentas por cobrar y las ventas de operación de un mes típico. El valor deseable de este indicador es de menos de dos meses.

El último indicador es la contribución a la inversión de recursos propios. Mide la proporción de los gastos de inversión en infraestructura que son financiados con generación interna de caja, generalmente se compara con las inversiones totales en el mismo período, la variación puede ser amplia desde 37.6% en Valparaíso, Chile, hasta valores de -15.8% en Sao Paulo, Brasil y -24.7% de Seven Trent, en Inglaterra con un valor promedio de 13 por ciento.

Indicadores de apalancamiento. Miden el grado en el cual los activos del sistema se han financiado mediante deuda. La relación de servicio de deuda, medida con respecto a la generación interna de caja, generalmente se calcula para un periodo de tres años. En teoría esta relación debe ser mayor de uno para que la generación de caja sea adecuada para cubrir las obligaciones del

REFERENCIAS

- Hernández, I., "Expectativas del subsector de agua y saneamiento", revista de la Asociación de Empresas de Agua y Saneamiento, México, D.F., 1995.
- Martínez P., et al., "Fortalecimiento de capacidades institucionales en el subsector de agua potable y saneamiento", PNUD-IMTA_CNA, México, 1995.
- Martínez P., et al., "Prioridades para el fortalecimiento de capacidades institucionales en el subsector de agua potable y saneamiento", Revista de Ingeniería Hidráulica en México, en prensa.
- <http://www.ofwat.gov.uk/performa.htm>
- Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Guanajuato, "Diagnóstico de Organismos Operadores de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 1995-1999", CASG, agosto 2000.



servicio de la deuda. De los sistemas con información disponible en la literatura (CNA, 2000), 33% tienen valores menores de uno, y 28% entre uno y dos y un 38% presentan un valor mayor a dos. Otro indicador es la relación deuda/capital; se define como la relación entre la deuda total y el capital (total de activos menos obligaciones), el promedio de los sistemas con información (CNA, 2000) publicada es de 0.4 el cual es considerado como bastante aceptable.

Indicador de liquidez. Razón circulante (*cr*). Esta relación se calcula dividiendo los activos circulantes entre los pasivos circulantes. Los primeros normalmente incluyen efectivo, cuentas por cobrar e inventarios. Los segundos se integran de cuentas por pagar, documentos por pagar a corto plazo, vencimientos de deuda de largo plazo, impuestos y otros gastos (sueldos). El *cr* mide la capacidad del sistema para cumplir con sus obligaciones de corto plazo. El 75% de los sistemas con registro tienen una relación menor de uno, esto demuestra problemas de liquidez, sin embargo esta observación debe analizarse con cuidado ya que no provee información respecto de la capacidad del sistema para pagar las facturas rápidamente. En los años ochenta se recomendaba una razón de dos a uno, pero actualmente es suficiente con tener al menos uno a uno.

Indicadores de rentabilidad. Examinan a largo plazo la información del funcionamiento del sistema, de alguna manera muestran los efectos combinados de liquidez, administración de recursos y administración de obligaciones en los resultados operativos (Weston, 1992). La tasa de retorno de los activos fijos netos mide la productividad de los activos fijos, expresa la relación entre los ingresos de ventas y los activos fijos netos. En los sistemas de distribución se calcula en un periodo de tres años. El valor medio de los organismos que entregaron información al Banco Mundial (CNA, 2000) es de 3%, el 29% de los sistemas tienen valores negativos, otro 29% está entre 0 y 5%, 27% de ellos tienen un índice de 5 a 10% y sólo el 13% tienen una tasa mayor a diez por ciento.

El retorno de capital, expresa la relación entre el ingreso neto (después de pagar intereses) y el capital (total de

activos menos obligaciones) se calcula para un periodo de tres años, este indicador se ve afectado por problemas asociados a la revaluación de activos fijos, el valor promedio en los sistemas es de 0%, 58% de éstos tienen valores negativos, un 8% entre 0 y 3%, y 25% tienen un valor de entre tres y diez por ciento.

Los últimos tres indicadores se agrupan en operación. El primero se refiere a los costos de personal, expresados en función de los costos de operación, la fig. 4 muestra algunos valores de este indicador en diversos sistemas.

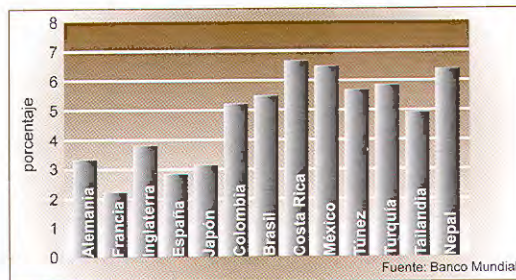


Figura 4. Costo de personal respecto al costo de operación.

La productividad del personal es una de las principales medidas de eficiencia del sistema y relaciona el número de empleados con el número de conexiones. Considerando el número de conexiones de agua y drenaje, el 60% de los sistemas de la muestra tienen cuatro o menos, 20% tienen entre cuatro y seis y 20% tienen más de siete, en África son usuales valores de treinta empleados por conexión. Los sistemas en Corea del Sur tienen menos de dos empleados por conexión.

Un valor de 4 o menos parece ser lo más recomendable en este caso. Es importante recordar que una reducción de este índice no necesariamente incrementa la eficiencia, existen casos en los que una reducción de personal se presenta junto a un incremento en la relación costo-personal. No es raro que sistemas con grandes costos de personal muestren una baja relación de inversión y una baja proporción de fondos de servicio de la deuda como en Sao Paulo, Brasil, con 4.1 empleados por cada mil tomas y 69% de relación costo personal entre el costo de operación, y en Costa Rica

Comisión Nacional del Agua.

"Situación del subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a diciembre de 1999", ed. CNA, México, 2000.

International Bank of reconstruction and Development. "Indicators Water & WasteWater Utilities, 2nd Edition", Washington, USA, Mayo de 1996.

OFWAT, Office of Water Services. (1997). "Report on leakage and water efficiency", OFWAT, Office of Water Services, 1997. Birmingham, England.

Do Cross-Subsidies Help the Poor to Benefit from Water and Wastewater Services? Lessons from Guayaquil (PDF) Guillermo Yepes. 1999. Management of Water Resources, Bulk Water Pricing in Brazil, Musa Asad, et al. World Bank Technical Paper #432, 1999.

Raffelis G., "Water and Wastewater finance and pricing", Lewis Publishers, 1989, USA.

Water UK, Annual Statistics Report, *Water Facts for 1997 and 1998.* Water Reuse, Assessment Report Project 92 WRE-1. **Environment Research Foundation.** 1994.

Weston F. Y Copeland T., "Finanzas en Administración", McGraw Hill, México 1992.

CNA, *Compendio Básico del Agua en México*, México, D.F., Enero de 2001.

PALABRAS CLAVE eficiencia operativa, eficiencia financiera, organismos operadores, indicadores de gestión, gestión de empresas de agua.

de 6.1 y 64.3%; el sistema de León, Gto., tiene dos empleados por cada mil tomas (sean de agua o de alcantarillado).

La composición del costo de operación es otro índice importante. Sus dos principales rubros son personal y consumo de energía y combustibles, en un tercer sitio, se incluyen los misceláneos, como productos químicos, mantenimiento, etc. La fig. 5 muestra algunos valores de este índice para diferentes ciudades de países en desarrollo. Existe una propuesta de clasificación del Banco Mundial para países no desarrollados. Ver tabla 5.

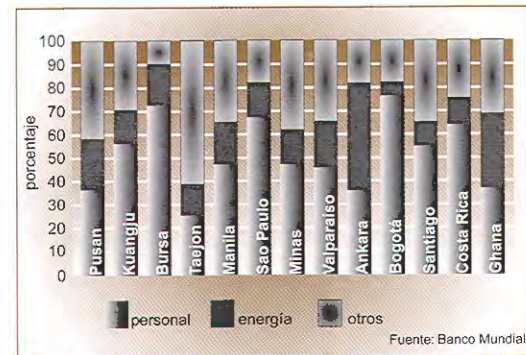


Figura 5. Composición del costo de operación.

El último indicador es el costo unitario de operación, es decir costo por m³ de agua producido, que puede variar desde US\$ 0.05 en Karachi, Paquistán, hasta US\$ 0.31/m³ en Minas Gerais, Brasil. Cerca de 28% de una muestra de sistemas tiene un costo unitario menor de US\$ 0.10/m³, un 44% tiene un costo entre 0.10 y 0.20 US\$/m³ y 28% tienen costos superiores a US\$ 0.20/m³. En la a fig. 6 se muestran valores de referencia.

CONCEPTO	VALOR BAJO %	VALOR PROMEDIO %	VALOR ALTO %
Personal	11.10	46.00	73.40
Energía	5.30	18.40	44.00
Otros	11.50	35.60	63.60

Fuente: Banco Mundial

Tabla 5. Composición del costo de operación de sistemas de agua potable.

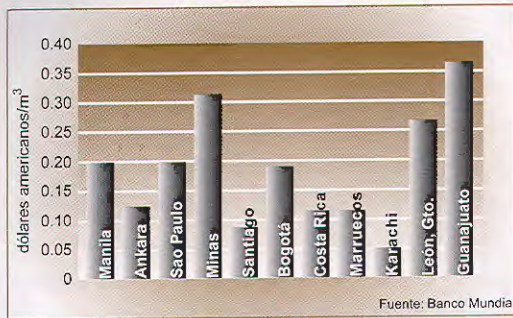


Figura 6. Valores del costo unitario de producción.

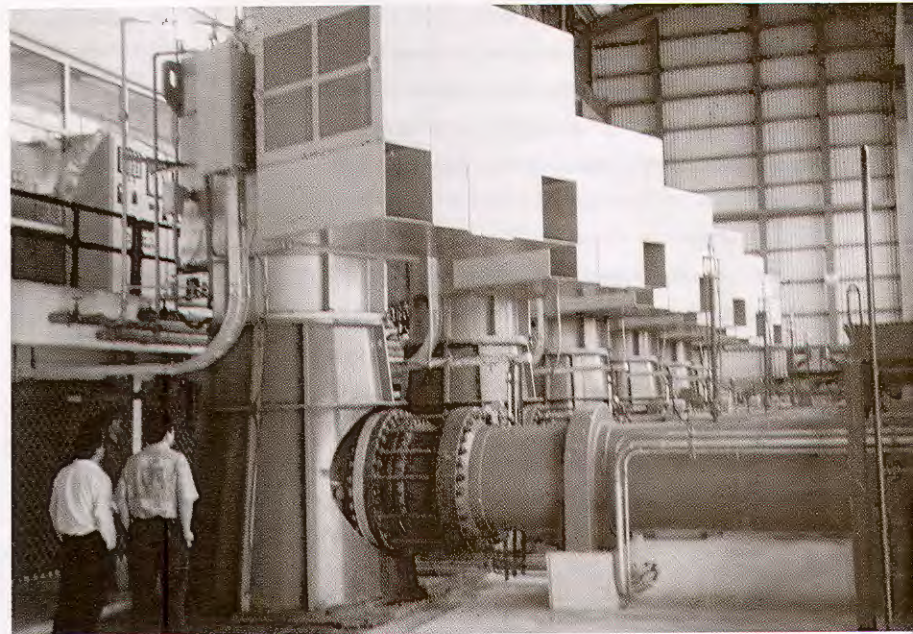
INDICADORES EN EL ÁMBITO NACIONAL

La CNA publica anualmente una serie de datos de los organismos públicos, como son consumo, tarifas, recaudación, porcentaje de agua no contabilizada, coberturas, entre otros. Esta información constituye un importante pero insuficiente esfuerzo, para efectos de evaluación de eficiencia. Otros organismos, como la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Guanajuato, han publicado información sobre eficiencia global entendida como física, comercial y de cobranza; en el aspecto operativo presenta cobertura de micromedición, tomas con medidor entre tomas totales, tarifa media, y agua no contabilizada; en el ámbito financiero incluye recaudación total, servicio de agua, gastos totales, y gastos en energía eléctrica. De hecho estos datos permitieron obtener algunos de los parámetros en donde aparecen ciudades mexicanas. En ambos casos son esfuerzos importantes y útiles para obtener algunos de los parámetros señalados anteriormente.

Es deseable que esta tarea se amplie a través de la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, para publicar un documento similar al Compendio Básico del Agua en México (CNA, 2001) en donde se incluyeran indicadores de la gestión de los organismos operadores a nivel nacional que brinden a todo el sector un conocimiento más objetivo del estado que guardan las empresas en los aspectos de gestión operativa y financiera.

CONCLUSIONES

Se ha presentado una serie de indicadores de gestión, tanto de operación como financieros que, en conjunto, muestran un amplio panorama del funcionamiento de un organismo y sus niveles de eficiencia operativa y financiera complementado con información de otros sistemas en el mundo para comparar los valores de los que operan en nuestro país. El número de indicadores puede parecer alto, pero las funciones de un sistema son muy amplias. Una evaluación integral debe tratar de abarcar la mayor cantidad de tareas, por lo tanto el monitoreo de la eficiencia no se debe restringir a coberturas o porcentaje de agua no contabilizada. Esta situación, particularmente en el área financiera, ha sido poco analizada en México y, por lo tanto, se tiene escasa información, sin contar con que los datos acerca de la operación son exiguos y muchas veces poco confiables. Intencionalmente no se han incluido indicadores de tarifas y precio de venta del agua, ya que son áreas particularmente conflictivas y casi siempre no dependen del organismo. Por otra parte la notoria ausencia de información pública de los organismos hace muy difícil construir diagnósticos integrales. Por ello, no se han podido presentar más ejemplos relacionados con nuestro país. ❁



Regulación de la prestación de los servicios de agua y saneamiento en México



por Alberto Güitrón*

INTRODUCCIÓN

La teoría económica clásica (Ferguson, 1973) indica que, bajo condiciones específicas, la competencia es una fuerza efectiva que dirige la acción privada hacia resultados socialmente deseables y asegura que los mercados logren eficiencia económica y maximicen el bienestar social. Bajo estas condiciones las fuerzas de la competencia aseguran que: los agentes económicos producen al mínimo costo (eficiencia productiva) y que estos productos están disponibles a precios cercanos a estos costos mínimos (eficiencia de asignación).

Sin embargo, el sector de agua potable y saneamiento es un caso clásico de un monopolio local natural, tal vez el más monopólico de todos los servicios públicos y como tal, es particularmente resistente a ser encuadrado dentro de un mercado de competencia directa. Hacerlo dentro de una región determinada conduciría a ineficiencias, desperdicio y duplicación costosa de las redes de suministro y distribución de agua y de alcantarillado. Situación que conduciría irremisiblemente a la bancarrota de los competidores y a la consolidación del monopolio.

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
aguitron@tlaloc.imta.mx

La privatización se presenta con frecuencia como la panacea para remediar la falla de muchos de los sistemas públicos de agua y saneamiento. Sin embargo, esto no es exactamente así. El privatizar proveerá pocos, sino es que ningún incentivo para reducir los costos, innovar, invertir al nivel que se requiere y responder a las demandas de los usuarios. La razón principal de esto es que las fuerzas normales de la competencia que operan para regular los precios y la calidad del servicio en industrias competitivas, no operan en la industria del agua y el saneamiento. El pensar lo contrario es, por lo tanto, una sobresimplificación del problema. Por una parte, donde la competencia no es posible los consumidores no tienen fuentes alternativas de abastecimiento, el servicio es de baja calidad o el precio es alto, el monopolio tratará de maximizar sus ganancias. Esto lo hará imponiendo precios, reduciendo la calidad del servicio, invirtiendo por debajo del nivel óptimo y discriminando a los consumidores con demandas inelásticas. Por otra parte, debido a la ausencia de una verdadera amenaza por la entrada de competidores, los incentivos para reducir costos e innovar se verán disminuidos. Sin amenaza de competidores, los monopolios —sean públicos o privados— usualmente prefieren una vida tranquila a tener que hacer un esfuerzo constante para reducir costos, innovar y mejorar la eficiencia. Como resultado, el monopolio normalmente no opera al mayor nivel posible de eficiencia, más bien tiende a permitir un grado considerable de relajamiento en su organización —niveles bajos de eficiencia para mejorar su desempeño.

Es importante hacer notar que diversos estudios sugieren que la ineficiencia de los sistemas operados por organismos públicos se debe fundamentalmente al aislamiento de la competencia efectiva, más que a la falta de capacidad técnica para operarlos.

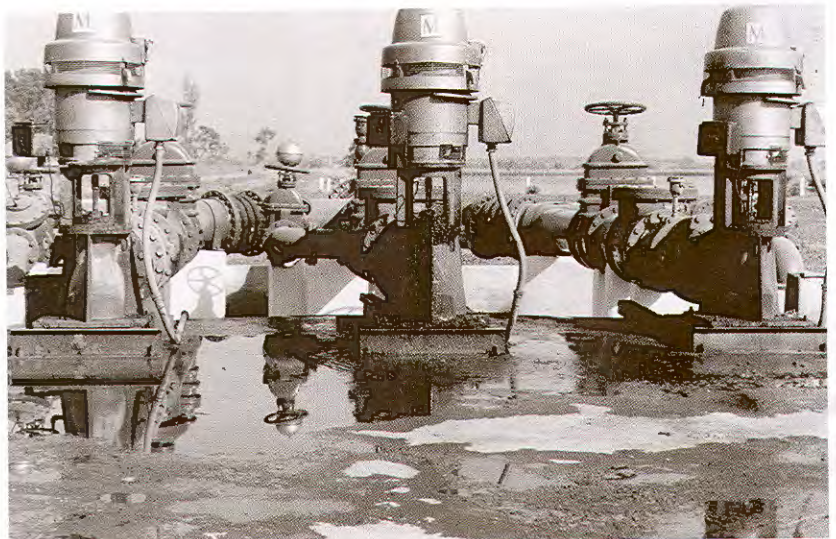
El propósito de la regulación es el replicar los resultados que el sistema de mercado de competencia alcanzaría en términos de eficiencia productiva y de asignación. Esto es conocido como el principio del mercado sustituto. En las industrias que exhiben las características de un monopolio natural, el regulador

El privatizar proveerá pocos, sino es que ningún incentivo para reducir los costos, innovar, invertir al nivel que se requiere y responder a las demandas de los usuarios. La razón principal de esto es que las fuerzas normales de la competencia que operan para regular los precios y la calidad del servicio en industrias competitivas, no operan en la industria del agua y el saneamiento.

actúa como sustituto del mercado, tomando algunas de las funciones de un competidor, intentando inducir al sistema regulado para que se comporte de la misma manera que se comportaría —estando libre de regulaciones— aún sujeto a la competencia del mercado. En estas industrias los incentivos para lograr la eficiencia productiva y de asignación dependen críticamente del marco regulatorio adoptado.

Las principales opciones de política pública disponibles para los gobiernos en relación con los monopolios naturales en sistemas de provisión de servicios públicos son dos: la propiedad pública del sistema, lo cual ha sido lo tradicional en muchos países, y la regulación de monopolios de propiedad privada. Si la propiedad pública se abandona, entonces la intervención gubernamental, en la forma de regulación, resulta necesaria para proveer los incentivos que permitan lograr la eficiencia productiva y de asignación que la competencia no puede brindar en estos monopolios naturales.

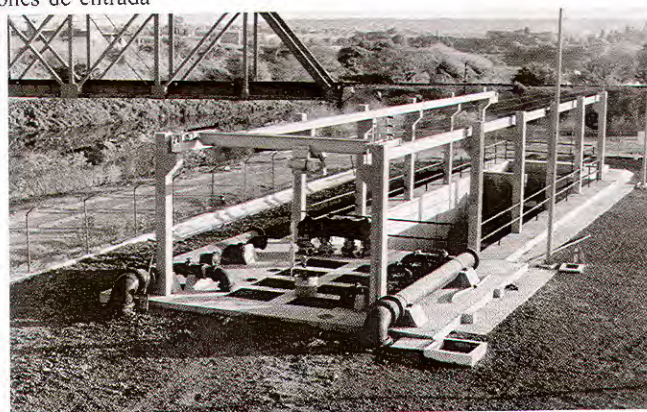
La necesidad de regular se subraya por el hecho que los sistemas de agua y saneamiento son proveedores de servicios esenciales e indispensables para la sociedad y la industria, y su operación tiene efectos benéficos económicos y sociales, más allá de los que se obtienen mediante otras actividades. Por lo tanto, un marco regulatorio apropiado debe estar presente para asegurar las mejores condiciones de precio, cantidad y calidad para los consumidores, en ausencia de un



mercado formal de proveedores de servicios de agua y saneamiento.

OPCIONES DE REGULACIÓN

Jouralev (2000) señala que existen dos grandes formas de regular. La primera comprende la regulación sobre la estructura del mercado. Esta se refiere a la manera en que el mercado está organizado (esto es, en la regulación se establecen las restricciones de entrada y las medidas de separación funcional), lo cual determina a los agentes económicos a quienes se les permite comprometerse en ciertas actividades. La segunda forma de regulación se da sobre el comportamiento o conducta de los agentes. Se refiere al comportamiento dentro del mercado (la regulación de los precios, de la calidad del servicio, y de la inversión) que determina el comportamiento que será permitido a los agentes económicos en su(s) actividad(es). Entonces, la regulación de la conducta ejerce control directo sobre los objetivos del sistema regulado, mientras que la regulación sobre la estructura ejerce control directo sobre su ambiente estructural. Para que la regulación de los monopolios naturales sea efectiva usualmente se requiere una combinación de los dos tipos de regulación.



su comportamiento con precisión. La asimetría de la información hace al regulador dependiente del prestador del servicio y reduce, en consecuencia, la eficiencia económica. Al hacer menos efectiva la regulación, da al prestador del servicio la oportunidad de actuar estratégicamente en respuesta a la política establecida por el regulador, permitiendo al prestador de servicios ganar un ingreso en la forma de utilidad excedente a partir de su ventaja informativa.

La asimetría de la información bloquea la posibilidad de lograr simultáneamente las eficiencias productiva y de asignación, y conduce a un intercambio entre las partes. La generación de información para propósitos regulatorios debe ser una pieza fundamental en las decisiones gubernamentales acerca de la estructura de la industria del agua y de la naturaleza del régimen regulatorio (Beesley, 1989).

CARACTERIZACIÓN DEL MARCO REGULATORIO MEXICANO

En México no se cuenta con una estructura reguladora integrada para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, en su lugar existen múltiples disposiciones legales ubicadas en diversas legislaciones y, por ende, tampoco tenemos un órgano regulador formal. En casos específicos encontramos algunas disposiciones regulatorias contenidas en contratos de prestación de servicios o en concesiones, pero no vemos una regulación específica sobre aspectos relacionados con la calidad de los servicios tales como continuidad y presión (CNA, 2000).

A nivel constitucional se asigna al municipio el encargo de prestar los servicios de agua y saneamiento con un papel muy limitado para las otras instancias de gobierno —estatal y federal. Esta disposición se verá aún más fortalecida en el futuro al otorgarle un mayor énfasis a la federalización y a la asignación de mayores responsabilidades y autonomía a los muni-

EL PROBLEMA DE LA INFORMACIÓN

La información es prerequisite para la regulación efectiva. En la teoría económica neoclásica moderna, la regulación se analiza usualmente como un problema entre el regulador y el prestador del servicio, en el cual la parte controladora (el regulador) es el gobierno o la agencia reguladora, representante de los usuarios, y el prestador del servicio que administra el sistema operador. La regulación es vista como un juego en el cual el regulador quiere inducir al prestador del servicio a actuar de acuerdo con el interés público. Sin embargo, el regulador se encuentra muy limitado por la falta de información acerca del prestador del servicio que pretende regular, además de no poder observar

cipios. Esta situación deviene graves dificultades para la adopción de disposiciones de carácter general que den uniformidad a la normatividad y propicien, de manera práctica, la aplicación de los conceptos modernos de regulación, condición que parece conveniente para facilitar el ingreso de nuevos actores en este campo (Barocio, 1999).

La dificultad que el marco jurídico vigente presenta para la adopción de disposiciones regulatorias uniformes es evidente tratándose de las económicas (CNA, 2000). Esta situación es crítica en el caso de las pequeñas comunidades rurales donde es manifiesta la incapacidad económica para construir sistemas eficientes y sustentables. La intervención gubernamental resulta ineludible.

Por otra parte, existe una enorme cantidad de prácticas relacionadas con la definición y, en su caso, aprobación de tarifas. En cada estado del país concurren, con diferentes grados de responsabilidad: el organismo operador, el ayuntamiento, diversos consejos consultivos, la comisión estatal de agua potable y saneamiento y el congreso local, entre otros. No existe un criterio uniforme acerca de los conceptos que deben incluir las tarifas, de la necesidad de su revisión ni de la obligatoriedad de su pago.

Esta situación ha provocado que cada estado y municipio tengan, en función de sus circunstancias, sus propias disposiciones, mismas que se encuentran contenidas, generalmente, en leyes estatales de agua potable y alcantarillado, en reglamentos fiscales y en decretos de creación de los organismos operadores de servicios municipales.

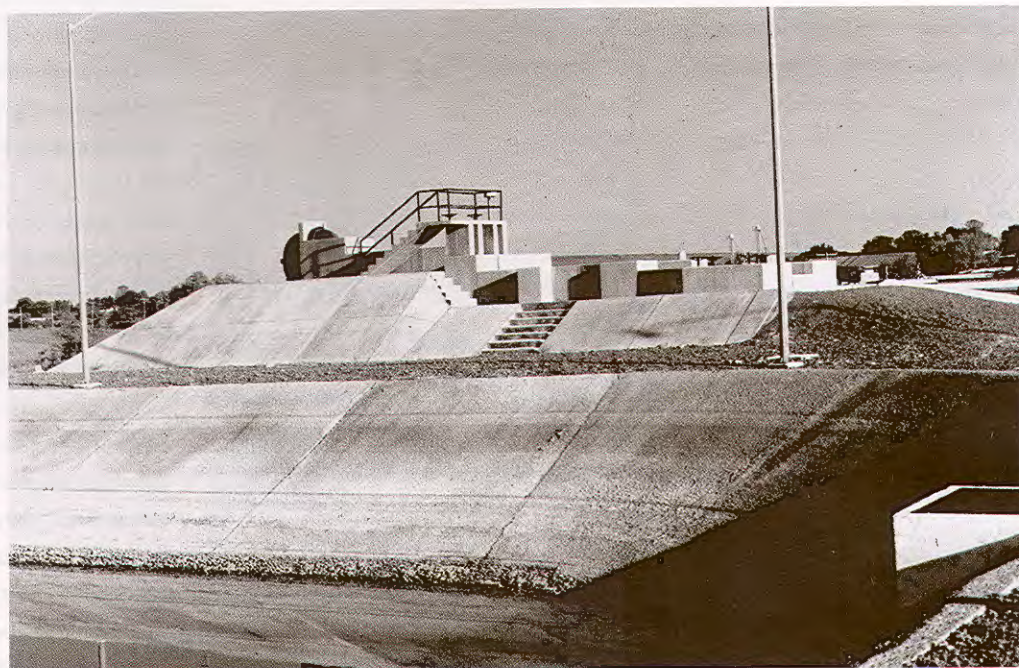
Esta diversidad de criterios es un tema que debe analizarse con mayor profundidad con el fin de proponer o establecer un marco regulatorio apropiado para México (Barocio, 1999).

REFERENCIAS

- Barocio, R.** 1999. *Importancia del marco regulatorio en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento*. Conferencia, Banco Mundial, Hermosillo, Son, México.
- Beesley, M.E. y S.C. Littlechild.** 1989. *The regulation of privatized monopolies in the United Kingdom*. The RAND Journal of Economics, Volumen 20, No. 3.
- Comisión Nacional del Agua.** 2000. *La Participación Privada en la Prestación de los Servicios de Agua y Saneamiento*. Conceptos Básicos y Experiencias. México.
- Ferguson, A.** 1973. *Microeconomic Theory*.
- Jaimes, A.** 1999. *La Ley Modelo en México. Logros y Obstáculos de su Implantación*. Conferencia, Banco Mundial, Hermosillo, Son, México.
- Jouravlev, A.** 2000. *Water utility regulation: issues and options for Latin America and the Caribbean*. Comisión Económica para América Latina (CEPAL), *División de Infraestructura y Recursos Naturales*, Santiago de Chile.

El proyecto de Ley Estatal de Agua Modelo –desarrollado por la CNA– subraya los aspectos que se consideran importantes para fortalecer la capacidad de gestión de los organismos operadores, apoyar la prestación eficiente de los servicios de agua y saneamiento que satisfagan a los usuarios, e introducir algunos aspectos novedosos con ese mismo propósito (Jaimes, 1999).

Algunas características relevantes del proyecto son: el reconocimiento explícito de los diversos tipos de organización que pueden prestar los servicios, incluyendo a empresas públicas, privadas o mixtas; la obligación de contar con un plan estratégico de desarrollo o plan maestro que se actualice sistemáticamente y cuyo cumplimiento deba evaluarse periódica y públicamente; la definición de mecanismos específicos para la selección del personal directivo de los organismos; el estímulo a una participación más amplia de los usuarios en los procesos de toma de decisiones; una expresión explícita de los componentes que deben considerarse en el cálculo de las tarifas; una caracterización más precisa de los aspectos relacionados con la prestación de los servicios por empresas privadas incluidas las modalidades de participación privada, los procesos de selección, el contenido de los contratos y títulos de con-



cesión, los procedimientos de rescisión o revocación, los tipos de garantías que conviene se ofrezcan entre las partes, etc., y la creación de un órgano regulador de los servicios que, en términos generales, responda a las características deseables arriba mencionadas.

CONCLUSIONES

El desarrollo de un marco regulatorio efectivo y factible para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento representa para México aún un reto de grandes proporciones. Para que la regulación sea efectiva, es esencial que el regulador tenga suficiente autoridad, poder, recursos y voluntad política que le permitan forzar a los prestadores de servicios —públicos o privados— a proveer la información necesaria para evaluar su desempeño. La regulación de los monopolios naturales será efectiva cuando se combinan los dos tipos de regulación: la estructural y la de conducta.

El sistema de concesionamiento o franquiciamiento en la prestación de los servicios de agua y saneamiento es atractivo como una forma de introducir algún grado de competencia (selección competitiva), pero la conclusión general es que siempre resulta necesario aplicar en forma permanente una regulación a la conducta.

La Ley Modelo significa un avance importante en la construcción de un marco regulatorio moderno para México, sin embargo, presenta diversas y severas restricciones para su implementación, entre ellas la falta de consenso en su concepción y construcción por parte de los estados y municipios.

Mejorar la prestación de los servicios de agua y saneamiento en México requiere de la generación de esquemas de regulación factibles —incluida la autoregulación— adecuados a las circunstancias jurídicas, económicas y culturales del país, en particular necesita de la definición de una política pública para atender de manera efectiva el abastecimiento a las pequeñas comunidades rurales. *

20info

FOTOS: EDUARDO DEL CONDE ARTON

El precio del agua en el mundo es en dólares americanos por m³ de:

Ciudad	USD \$/m ³
Berlín	1.00
Hamburgo	1.59
Barcelona	0.90
París	0.72
Niza	1.51
Budapest	0.21
Copenhague	0.60
Milán	0.13
Tokio	0.45
Amsterdam	0.94
Génova	2.12
Londres	0.88
Cardiff	1.72

La tarifa en dólares americanos por 20m³/mes es de:

Ciudad	USD \$/20 m ³
Seúl	2.00
Manila	2.40
Sao Paulo	4.40
Singapur	6.40
Ghana	6.50
San José	7.60
Santa Catarina	8.40
Ankara	12.1

Durante el Periodo Preclásico o Formativo, que abarca los últimos 2200 años a.C., la agricultura se convirtió en la actividad fundamental de los pueblos mesoamericanos y el maíz se adoptó como alimento básico. Pronto, la actividad agrícola exigió una evolución tecnológica para atender la creciente demanda de alimentos. La respuesta fue la irrigación, que permitió aumentar el rendimiento de los cultivos hasta lograr excedentes. Lo anterior generó la necesidad de organizar las faenas agrícolas, propició un marcado incremento de la población y su estratificación social, apareciendo un grupo dirigente avocado al control y distribución del excedente mencionado.

Al Período Preclásico lo sucedió el Clásico, que abarca los primeros novecientos años de la era actual. En esta etapa se conformaron varios e importantes centros hegemónicos que lograron un elevado esplendor: Teotihuacán, Xochicalco, Cholula y Tula en el altiplano; el Tajín en el golfo de México; Monte Albán en Oaxaca; Tingambato en el occidente; Copán, Yaxchilán y Palenque en el área Maya. Este período se caracteriza, entre otros aspectos, por la consolidación de la sociedad urbana, por una dirigencia religiosa muy participativa en lo que respecta a la organización de las actividades relacionadas con la producción y la distribución, así como por un amplio intercambio regional de bienes utilitarios y suntuarios.

Desde finales del siglo VII, por diversas causas, como desastres ecológicos, epidemias, invasiones, sismos, luchas internas y externas, los grandes estados del mundo Clásico del área mesoamericana sufrieron un dramático proceso de desintegración. No obstante, después de dicho proceso surgió un mundo nuevo dominado por estados seculares, donde se gestaron los patrones básicos de la esplendorosa etapa final de la época prehispánica. Tecnológicamente, en esta última etapa se acentuó la construcción de obras para ampliar las áreas de cultivos agrícolas y para extender las superficies bajo riego. Es en esta época que los aztecas o mexicas forman su imperio y establecen su capital en la Gran Tenochtitlán (fundada en 1325). La dominación de los aztecas sobre los pueblos con-

Hacia final del periodo prehispánico, durante el reinado de Moctezuma Ilhuicamina, en 1447, el pueblo mexica sufrió una inundación que causó una gran mortandad y enormes daños materiales; para prevenir este tipo de problemas, Moctezuma, bajo el consejo de Netzahualcōyotl, mandó construir una gran calzada (dique) en el lago de Texcoco. A partir de ese momento se construyeron varios diques, calzadas y albarradas que dividieron la gran laguna de México en varios compartimientos. Desde entonces, los habitantes de la cuenca de México ejecutaron diversas obras hidráulicas para manejar sus manantiales, ríos y lagos e incrementar el rendimiento de su agricultura.



quistados se caracterizó por altas cargas tributarias y la obligación de comerciar con ellos. Los tributos comprendían productos agrícolas, textiles, materias primas y objetos suntuarios.

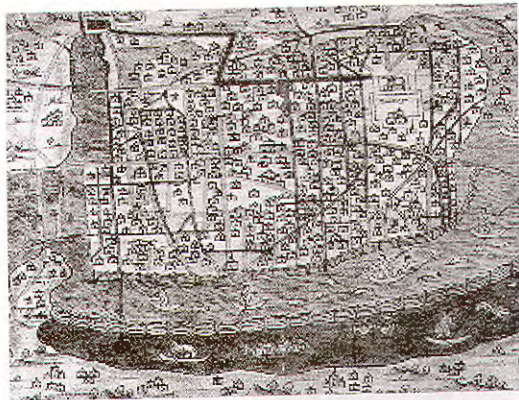
Hacia final del periodo prehispánico, durante el reinado de Moctezuma Ilhuicamina, en 1447, el pueblo mexica sufrió una inundación que causó una gran mortandad y enormes daños materiales; para prevenir este tipo de problemas, Moctezuma, bajo el consejo de Netzahualcōyotl, mandó construir una gran calzada (dique) en el lago de Texcoco. A partir de ese momento se construyeron varios diques, calzadas y albarradas que dividieron la gran laguna de México en varios compartimientos. Desde entonces, los habitantes de la cuenca de México ejecutaron diversas obras hidráulicas para manejar sus manantiales, ríos y lagos e incrementar el rendimiento de su agricultura.

En 1448 y 1449 el hambre asoló el Imperio, la cosecha de maíz fue muy escasa, y en 1450 se presentó una sequía extrema. Como consecuencia, entre 1451 y 1455 fue tan grande la necesidad de los pueblos que muchos tuvieron que sobrevivir a cambio de su libertad. A causa de estas calamidades surgieron los sacrificios humanos en honor del dios que de ellas los había salvado (Riva Palacio, 1889).

ÉPOCA COLONIAL

En las primeras décadas de la conquista de México, los españoles dejaron el abasto casi exclusivamente en manos de los indígenas. Sin embargo y debido en gran medida a la falta de mano de obra derivada del drástico descenso de la población nativa, muchos de los antiguos sistemas de riego indígenas fueron desarticulados, destruidos y abandonados o incorporados a sistemas diferentes de tenencia de la tierra y de producción (Warman, 1985). Como consecuencia se presentó una crisis en el abasto alimentario.

Durante esta etapa la tributación para la Corona se realizaba a través de las encomiendas. Para aumentar



la tributación y aprovechar mejor la fuerza de trabajo de las comunidades indígenas, entre 1150 y 1605, se implementó una política para agruparlos en congregaciones. Como parte de esta política, a partir de 1567 se cedió tierra y agua a estas comunidades para asegurar su subsistencia y protegerlas de la expansión de agricultores y ganaderos españoles. En este sentido se les otorgó un espacio llamado fondo legal que se extendía quinientas varas a partir del centro de sus poblados hacia los cuatro puntos cardinales. Esta concesión se amplió hacia finales del siglo a seiscientas varas (501.6 m), arrojando una superficie de aproximadamente 100 hectáreas.

Al fundarse Puebla en 1531 surgieron las primeras labores en manos de españoles. Las labores fueron unidades productivas consistentes en una pequeña edificación rodeada de tierras emplazadas, generalmente, en las márgenes de corrientes superficiales, de cuerpos de agua o cerca de un manantial. Paralelamente, se realizaron diversas obras hidráulicas para captar, conducir y distribuir el agua a las parcelas. El agua también fue objeto de concesión real y para cuantificar su caudal, para fines agrícolas, se utilizó la unidad de medida llamada surco de agua, que equivale a 3.31 litros por segundo.

Las autoridades impulsaron la formación de unidades productivas españolas, propiciando el surgimiento de poblaciones a la usanza europea, acompañadas de cesiones de tierra y agua a los colonos. Estos recursos fueron considerados patrimonio de la Corona, quien los cedía a los particulares en forma de concesiones llamadas mercedes. Con el correr del tiempo, la agricul-

Al fundarse Puebla en 1531 surgieron las primeras labores en manos de españoles. Las labores fueron unidades productivas consistentes en una pequeña edificación rodeada de tierras emplazadas, generalmente, en las márgenes de corrientes superficiales, de cuerpos de agua o cerca de un manantial. Paralelamente, se realizaron diversas obras hidráulicas para captar, conducir y distribuir el agua a las parcelas. El agua también fue objeto de concesión real y para cuantificar su caudal, para fines agrícolas, se utilizó la unidad de medida llamada surco de agua, que equivale a 3.31 litros por segundo.

tura quedó ligada al surgimiento y evolución de unidades productivas relativamente grandes y a la sobrevivencia de los pueblos indígenas. El período principal de cesiones de tierra abarcó de 1540 a 1620. En el caso de la agricultura, las cesiones recibieron el nombre de caballerías, sobre las cuales se establecieron unidades productivas llamadas labores. Una caballería de tierra era un predio rectangular de 923 x 461.5 m que encierra una superficie de 42.8 ha. En el lapso de cesiones mencionado se otorgaron 12,742 caballerías de tierra a españoles y unas mil a particulares de la nobleza indígena.

Durante la segunda mitad del siglo XVI, la creciente demanda interna y externa de productos agropecuarios impulsó la expansión territorial de las labores, lo cual derivó en las haciendas que eran grandes y ricas propiedades rurales. Sus titulares, o sea, los hacendados adquirieron cada vez más tierras y derechos de agua, aumentaron la ocupación mano de obra y mejoraron e incrementaron la infraestructura física disponible para riego. Estas unidades productivas se caracterizaron básicamente por un dominio sobre la tierra y el agua, sobre la fuerza de trabajo y sobre los mercados de una determinada región, su extensión promedio varió entre unas 5,000 hectáreas en las provincias norteñas; 1,000 a 2,000 en el centro del país; y de 400 a 500 en el sur. En los extremos del tamaño de la hacienda se ubicó en el lado superior el latifundio, que implicó un dominio total sobre una zona, y en el inferior los ranchos, establecidos en tierras propias o arrendadas con fines de autosuficiencia y uso restringido de fuerza de trabajo externo a la familia.

La tierra de suelo más fértil se dedicó a la agricultura, dividiéndose básicamente en tierra de riego, cuando se podía disponer de agua de alguna corriente, manantial, presa o lago, y en tierra de temporal, en la cual los cultivos se adaptan a los períodos pluviales. Para efectos de irrigación, cuando la captación del agua no era por toma directa en manantiales, se construyeron azudes (presas derivadoras) y cuando las fuentes se hallaban relativamente alejadas se construyeron acueductos y acequias (canales). En general, fueron pocas las grandes presas de almacenamiento construidas en

la Nueva España, por considerarse caras y peligrosas (por el riesgo de graves daños o colapso en condiciones de vertido del agua sobre su coronación en caso de grandes avenidas).

El agua constituyó un elemento relativamente escaso en el territorio novohispano, debido a las grandes extensiones áridas y semiáridas y a la elevada concentración poblacional en las zonas de tierra fértil. Estructuras como las entonces llamadas “partidores” y “cajas de agua” eran utilizadas para distribuir y medir el agua para riego. Un “partidor” era una obra construida en el cauce de una corriente, que permitía dividir el caudal total en partes iguales o proporcionales, las cuales se derivaban para riego o uso urbano fundamentalmente. Una “caja de agua” era una construcción de mampostería con pequeños orificios calibrados para suministrar a los usuarios la cantidad a que tenían derecho.

En la época colonial la infraestructura de obras hidráulicas para riego fue construida por particulares: hacendados, rancheros, pueblos y comunidades, ya que la intervención del Estado virreinal se reducía a otorgar las concesiones o mercedes para la utilización de las aguas, que eran consideradas originariamente propiedad de la Corona Española.

Hacia el fin de la Época Colonial la infraestructura hidráulica permitía la irrigación de una superficie estimada en 700,000 ha. A esa extensión habría que añadir otra, no determinada, de tierra de cultivo de temporal. Esas superficies de cultivo de productos agrícolas fueron suficientes para el abasto alimentario y de materias primas de una población estimada en 1810 en 6,122,000 habitantes, si bien en condiciones de extrema inequidad, como lo hace ver el testimonio del notable viajero Alejandro V. Humboldt, quien visitó la Nueva España en 1803: “México es el país de la desigualdad. Acaso en ninguna parte la hay más espantosa en la distribución de fortunas, cultivo de la tierra y población”.

MÉXICO CONTEMPORÁNEO

Durante los primeros 85 años de su vida independiente, México produjo, con más o menos problemas, su

BIBLIOGRAFÍA

- Anaya y Sorribas, Manuel;** *La ingeniería en el desarrollo agropecuario de México*, SARH, México, 1979.
- CNA, Informe 1989-1994.** Comisión Nacional del Agua, México, 1994
- CNA, Ley Federal de Derechos en Materia de Agua,** Comisión Nacional del Agua, México, 1993
- CNA, Los consejos de cuenca en México, definiciones y alcances.** Comisión Nacional del Agua, México, 1998
- CNA, Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento,** Diario Oficial de la Federación (1 de diciembre de 1992 y 12 de enero de 1994), Comisión Nacional del Agua, México, 1994
- FAO, Documento Técnico No. 8, La agricultura de riego en México,** proyecto UTF-MEX-030-MEX-EL-08-94, Dirección de Análisis de Política (ESPP) de la FAO, Roma, 1994.
- Oribe Alba, Adolfo, et. al., La irrigación en México,** Editorial Grijalbo, 1970.



propio alimento hasta que entre 1906 y 1907, la creciente demanda superó la producción, por lo que fue necesario importar grandes cantidades de alimento. Más adelante se creó la Caja de Préstamo para Obras de Irrigación y Fomento a la Agricultura para dar crédito a los particulares quienes, apoyados en este instrumento, hacia 1919 ya habían construido obras que permitían el riego de 800, 000 ha; la intervención del gobierno se limitaba, principalmente, al financiamiento de las obras y a otorgar concesiones para el uso de las aguas nacionales.

En 1926 el gobierno promulgó, basándose en la Constitución de 1917, la Ley sobre Irrigación con Aguas Federales y creó, en ese mismo año, la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) con el firme propósito de aprovechar mejor los recursos hidráulicos. A partir de 1935, al desarrollo de los grandes distritos de riego se sumó una política de desarrollo de la pequeña irrigación, asociada con una importante reforma agraria. Al término de su vida institucional, en 1946, la CNI había apoyado el aprovechamiento de casi 775, 000 ha en distritos de riego y más de 42, 000 ha en obras de pequeña irrigación.

La creación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en 1947, marcó el inicio de una política gubernamental orientada al desarrollo integral de los recursos hidráulicos de todo el país. Para tal fin, se formaron comisiones ejecutivas cuya finalidad fue impulsar el desarrollo hidráulico de las principales cuencas del país. De esta manera, entre 1947 y 1976 las presas construidas en los principales ríos incrementaron la capacidad de almacenamiento de 16 mil a 125 mil millones de metros cúbicos. Se abrieron al riego más de un millón 700 mil hectáreas, especialmente en Sonora y Sinaloa; las obras de rehabilitación y mejoramiento beneficiaron más de un millón de hectáreas. Al final de este período, la Secretaría operaba 77 distritos de riego con una superficie dominada superior a los 2 millones 800 hectáreas.

A partir de 1960, se formularon distintos planes sectoriales y regionales para ordenar e impulsar el aprovechamiento de los recursos hidráulicos. En 1972 se pro-

mulgó una Ley Federal de Aguas y en 1975 se formuló el Plan Nacional Hidráulico. Con la Ley Federal de Aguas y la emisión del primer reglamento en materia de prevención y control de la contaminación se dio una importante reforma que situó a México a la cabeza de la práctica jurídica en materia de administración integral del agua.

En 1976 se creó la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos que mantuvo una política orientada a la construcción de infraestructura hidroagrícola y le dio gran prioridad al desarrollo del sistema hidráulico del noroeste. Se continuaron también las obras de pequeña irrigación y se inició el Programa de Desarrollo Rural Integrado del Trópico Húmedo, cuya finalidad era promover el desarrollo de las regiones húmedas y subhúmedas del país.

No obstante lo anterior y que la obra hidráulica seguía en marcha, hacia finales de los años ochenta las cada vez más alarmantes condiciones de rezago, escasez y contaminación, daban marco a las demandas de la sociedad mexicana en torno al agua. Para atender esta problemática, en 1989 se crea la Comisión Nacional del Agua quien define las bases de una nueva política del agua que, a partir del 2 de diciembre de 1992, quedan plasmadas en la Ley de Aguas Nacionales. Esta nueva Ley recoge la cultura y la experiencia de la tradición hidráulica del país, y toma en cuenta las recomendaciones derivadas de la experiencia internacional, y las adecua a las condiciones actuales.

En este sentido, es importante hacer notar que la Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria de los párrafos quinto y sexto del artículo 27 de la Constitución, la cual establece la propiedad originaria de la Nación sobre las tierras y aguas, determinando que el dominio de ésta sobre las aguas nacionales es inalienable e imprescriptible (CNA, 1994).

Con fines de seguimiento, ejecución, orden y regulación, la Ley otorga a la Comisión Nacional del Agua el ejercicio de las atribuciones que competen a la autoridad hidráulica, en el ámbito federal, con excep-

ción de las que deba ejercer directamente el Ejecutivo Federal, mismas que la propia Ley señala. Para la aplicación inmediata de la nueva ley, la CNA procedió a la difusión y depuración de su Reglamento, mismo que toma en cuenta los conceptos de explotación, uso y aprovechamiento del agua, para adaptarlos a los nuevos instrumentos de regulación y objetivos de la política hidráulica nacional.

La Ley propicia la organización de los usuarios y establece mecanismos para formalizar su participación. Destaca la constitución de los consejos de cuenca, que darán mayor realismo a la planeación por cuencas hidrológicas, así como a la instrumentación de acciones para la administración del recurso y el desarrollo hidráulico. La inserción de los consejos de cuenca dentro del nuevo marco institucional sintetiza dos conceptos básicos de la nueva política del agua: por un lado, se reconoce el principio de integralidad que determina a la cuenca hidrológica como la unidad de gestión del recurso hidráulico y, por otro, hace realidad el principio de solidaridad entre usuarios.

Dentro de las innovaciones jurídicas de la nueva Ley destaca, por su importancia social, la transferencia de los distritos de riego a los usuarios. Bajo este nuevo esquema adquieren un papel relevante las asociaciones de usuarios de riego ya que en adelante tendrán bajo su responsabilidad el desarrollo y conservación de la infraestructura hidroagrícola a su cargo.

Como parte de los principios constitucionales que otorgan al Estado la rectoría sobre los recursos hidráulicos, la Ley de Aguas Nacionales (CNA, 1994) posibilita la instrumentación de un marco que mantiene las disposiciones que regulan las concesiones e incorpora nuevos principios para regular los actos de la autoridad y otorgar la mayor seguridad y certeza jurídica a los particulares. Como parte de estas acciones la Ley introduce tres instrumentos regulatorios básicos: Título de Concesión o Asignación que establece el derecho a explotar, usar o aprovechar un determinado volumen de agua; Permiso de Descarga de aguas residuales, en el que se

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

Reyes Osorio, Sergio, et. al.; *Estructura agraria y desarrollo agrícola en México*, Fondo de Cultura Económica, México, 1974

Riva Palacio, Vicente; *México a través de los siglos*, Editorial Océano, España, 1991 (edición original 1889)

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

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

SEMARNAP. *Informe de Labores 1994-1995*, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), México, 1995.

SEMARNAP. *Informe de Labores 1997-1998*, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), México, 1998.

SRH. Secretaría de Recursos Hidráulicos, *Plan nacional Hidráulico 1975*, México, 1975

Warman, Arturo; *La política de irrigación, estudio de un proceso de concentración en México*, FAO-CEPAL, Santiago de Chile, 1985.

establecen las condiciones bajo las cuales el permisionario habrá de disponer de las aguas residuales resultantes, e Inscripción en el Registro Público de Derechos de Agua tanto de los títulos de concesión o asignación como de los permisos de descarga de aguas residuales, lo cual otorga una mayor certidumbre y seguridad jurídica a los derechos de los usuarios.

Así pues, la solución del problema financiero que enfrenta la sociedad para atender sus demandas en relación con el agua, es un punto central de la nueva política que refuerza el concepto del agua como un bien económico, en sustitución del concepto del agua como un bien libre. Para esto, la instrumentación de criterios económicos en la administración del agua se sustenta con la Ley Federal de Derechos que entró en vigor el 1° de enero de 1993 (CNA, 1993). Esta Ley promueve dos principios básicos: primero, que el agua tiene un valor económico en función de su disponibilidad y, segundo, el que contamina debe pagar los costos de la descontaminación.

Asimismo, la legislación fiscal establece las cuotas o tarifas que deben cubrir los usuarios de los servicios hidráulicos que preste la Federación, con objeto de recuperar totalmente los costos de operación conservación y mantenimiento asociados al suministro de agua.

Por otro lado, la Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas Federales de Infraestructura Hidráulica se constituye en el instrumento para la recuperación de las inversiones federales en materia de infraestructura hidráulica.

CONCLUSIONES

Sin lugar a dudas, tal y como lo muestra esta breve recopilación de información, México cuenta con la tradición, la experiencia, la legislación y las instituciones adecuadas para lograr, conjuntamente con su pueblo, un desarrollo social, política y económicamente viable en el sector hidroagrícola. ✱

Solinfo

FOTOS EDUARDO DEL CONDE ARTON

Las poblaciones urbanas de los países en desarrollo crecerán un 160% entre los años 2000 y 2030, ¿de dónde saldrá el agua para abastecerlas?

CONSULTA LA PÁGINA WEB DE LA AMH

www.aguamh.com

A G U A M H

*Un litro de agua embotellada
cuesta \$ 4.33*

Un litro de leche \$ 7.20

Un litro de CocaCola \$ 6.00

Un litro de Gatorade \$ 17.75

*Un litro de agua de la red
\$ 0.002*

La educación en hidrología: ¿hemos avanzado?



Se presenta un análisis de la situación actual de los hidrólogos y otros profesionales de los recursos hídricos en el contexto de su educación. Se analizan las razones por las cuales la enseñanza de la hidrología tiene aún pocas bases científicas, además del hecho de que la hidrología ha sido, en general, impartida por ingenieros civiles a estudiantes de ingeniería civil. Se describe cómo, a pesar de que en el ámbito hidrológico mundial se ha hecho ver desde hace una década la necesidad de que la hidrología tenga un lugar específico dentro de las geociencias, las instituciones educativas latinoamericanas han reaccionado con lentitud. Por otro lado, se examina la necesidad de aprovechar las nuevas tecnologías e infraestructura y se analizan diversos problemas emergentes como la contaminación, la ecología y la producción de sedimentos, asociada a la deforestación, que cambian notablemente la concepción de la hidrología y por tanto la de su enseñanza.

por Francisco Javier Aparicio*



*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
aparicio@tlaloc.imta.mx

INTRODUCCIÓN

En el principio, éramos los ingenieros civiles. La hidrología para nosotros representaba lo estrictamente necesario del ciclo hidrológico para el diseño, construcción y operación de obras hidráulicas. Todo se orientaba a la cantidad: obtener más agua o quitárnosla de encima.

La hidrología se estudiaba como una parte del área de la hidráulica, que a su vez lo era de la carrera de ingeniería civil. Los estudiantes casi nunca ingresábamos a esta carrera con la intención de dedicarnos a la hidrología, sino con la idea del ingeniero civil diseñador o constructor de infraestructura: edificios, presas, carreteras, etcétera.

El concepto de la hidrología como ciencia de la tierra aparece sólo en la mente del estudiante como un curso, entre unos cincuenta, dentro de la carrera de ingeniería civil, y eso únicamente en el caso de que un profesor le hubiera dado cierta orientación, cosa difícil, de todas formas, por la propia naturaleza de la carrera. Al menos en la UNAM, los futuros ingenieros civiles prácticamente estudiábamos, dentro de las materias correspondientes a la hidráulica, únicamente el agua limpia e ignorábamos casi por completo al agua residual o contaminada y la que transporta sedimentos.

Había un departamento de ingeniería sanitaria que, además de los sistemas de abastecimiento de agua potable, sólo contribuía con una asignatura obligatoria sobre sistemas de alcantarillado en la que se estudiaba básicamente la hidráulica de superficie libre en sistemas de tuberías, la materia transportada por el agua pasaba a un segundo término y, de hecho, era objeto de bromas y comentarios sarcásticos. En la hidráulica de canales se cubría apenas el transporte de sedimentos en el diseño hidráulico de canales no revestidos. Salvo materias optativas, en ocasiones incluidas en los planes de estudio, ese era todo el contacto que un ingeniero civil, recién egresado de la UNAM, tenía con el tema del agua impura.

Luego, en la práctica profesional, los ingenieros civiles dedicados a la hidrología se daban cuenta de que el agua limpia no existe. Los ríos y los canales trans-

portan sedimentos y otros tipos de materia; las tuberías, incluyendo las de agua potable, no sólo llevan agua pura; los problemas de inundaciones con frecuencia se provocan o se agravan por los azolves o incluso consisten enteramente en problemas de azolvamiento.

Por otro lado, los ingenieros civiles siempre hemos tenido fama de ser poco proclives a los aspectos sociales o ambientales, aún cuando esa fama no sea siempre justa. Este concepto proviene, en parte, de los planes de estudio, en donde si existe alguna materia relacionada con estos aspectos, generalmente se toma como un mero trámite, y sigue dedicándosele más atención a las materias “duras”.

Prácticamente todos los hidrólogos actuales en México y, probablemente, en Latinoamérica, somos ingenieros civiles de origen. Muy pocos son geógrafos, geofísicos o agrónomos, por citar algunas de las profesiones en que se estudian algunos elementos de la hidrología. Incluso los pioneros de la hidrología, a nivel de licenciatura, tenían poco entrenamiento en esta materia (Nash, 1992).

En estas carreras, la enseñanza de la hidrología era más bien accesoria y se veía como una especialización dentro de otras disciplinas. Hay desde luego excepciones, como la carrera de ingeniería hidrológica que se imparte en la Universidad Autónoma Metropolitana, pero aún así los ingenieros civiles dominaban el mercado, particularmente tomando en cuenta la baja eficiencia terminal de la carrera de ingeniero hidrólogo.

HIDRÓLOGOS E INGENIEROS CIVILES

Hoy las cosas no son muy diferentes. Por citar dos ejemplos, en el plan de estudios de ingeniería civil de la UNAM, además de la materia de hidrología, cuyo contenido no ha cambiado esencialmente en los últimos veinte años, se ha agregado una de tratamiento de aguas residuales y otra de impacto ambiental y las de sistemas de alcantarillado y abastecimiento de agua potable se unieron. En el caso de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, se tiene una sola materia obligatoria



FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON

de hidráulica fluvial y marítima. Los planes de estudio de las áreas de geografía y agronomía tampoco han cambiado sustancialmente en este sentido.

En todo caso, aún tomando en cuenta la carrera de ingeniería hidrológica, la formación de hidrólogos al nivel de licenciatura se ha orientado en general a la solución de problemas más que al incremento del conocimiento. Las inundaciones, las sequías y la sed no esperan a que la ciencia avance. Sin embargo, aún en este contexto, el poco tiempo que se dedica a la formación en hidrología en la licenciatura no es suficiente más que para revisar conceptos relativos a la hidrología de agua limpia, dejando de lado los aspectos ambientales y el transporte de diversos tipos de materia. Por otra parte, Klemeš (1990) opina que los hidrólogos formados con estos planes de estudio no se dan cuenta de que lo que han aprendido no es hidrología, sino una serie de temas como álgebra, estadística, teoría de probabilidades, ajuste de curvas, etc., que podrían estudiarse más efectiva y eficientemente en fuentes distintas a la literatura hidrológica.

Resulta explicable también la poca atención que se presta a los aspectos más modernos de la hidrología, como el uso de los radares meteorológicos y las imágenes de satélite, así como los modelos digitales de elevación del terreno y los sistemas de información geográfica.

Así pues, aún somos los ingenieros civiles. Pero de esto no tenemos culpa. En nuestro descargo, y siguiendo nuevamente a Nash (1992), no hay suficiente razón para acusar a los ingenieros civiles de las limitaciones en el progreso de la hidrología ni de la falta de rigor científico en su enseñanza, pues ellos enseñan lo que es pertinente para su interés, lo cual es muy legítimo. Habría que buscar a los culpables en otras esferas.

HIDROLOGÍA CIENTÍFICA E HIDROLOGÍA PRÁCTICA

Desde la publicación del libro *Opportunities in the Hydrologic Sciences* del *National Research Council* (1991), se ha discutido mucho sobre la necesidad de

Desde la publicación del libro Opportunities in the Hydrologic Sciences del National Research Council (1991), se ha discutido mucho sobre la necesidad de considerar a la hidrología como una ciencia de la tierra, separada de las ingenierías, en especial la civil (Klemeš, 1988 y 1990; Nash et al., 1990; Nash, 1990, Rodda, 1992).

En consecuencia, se ha propuesto que la ciencia hidrológica se enseñe independientemente de la ingeniería civil, particularmente en posgrado (NRC, 1991), considerando que el tejido del sistema de ciencias de la tierra contiene hilos multidisciplinarios entre los que la ciencia hidrológica es dominante por papel central en el reciclamiento de energía y materia.



considerar a la hidrología como una ciencia de la tierra, separada de las ingenierías, en especial la civil (Klemeš, 1988 y 1990; Nash *et al.*, 1990; Nash, 1990, Rodda, 1992). En consecuencia, se ha propuesto que la ciencia hidrológica se enseñe independientemente de la ingeniería civil, particularmente en posgrado (NRC, 1991), considerando que el tejido del sistema de ciencias de la tierra contiene hilos multidisciplinarios entre los que la ciencia hidrológica es dominante por papel central en el reciclamiento de energía y materia.

Sin embargo, es necesario tomar en cuenta dentro de los planes de estudio el posible mercado de trabajo que podría tener un hidrólogo científico. La UNESCO (Maniak, 1993) indica que existen tres posibles niveles de enseñanza universitaria de la hidrología: a) como materia auxiliar en campos como ingeniería civil, sanitaria, ambiental o agrícola, geología, geografía y geofísica; b) como una opción mayor en los currícula de licenciatura o posgrado, y c) como materia principal de los estudios. El tercer nivel aún parece lejano a las posibilidades de los países en vías de desarrollo. En el primer nivel parecería difícil y fuera de lugar pretender extender la base científica de la hidrología. Todos quisiéramos ver una porción mayor de nuestra propia especialidad en los programas de estudio, pero es imposible aumentar significativamente el material cubierto por un área dada dentro de una carrera, sin al mismo tiempo provocar un severo desbalance en el plan de estudios o incrementar su duración fuera de lo práctico. Sin embargo, es necesario actualizar los programas de estudio de licenciatura para tomar en cuenta diversos problemas surgidos en los últimos años, particularmente en los países de menor desarrollo. Por

ejemplo, la forma en que se diseñan, construyen y operan canalizaciones, protecciones contra inundaciones, puentes, carreteras, sistemas de drenaje, sistemas de abastecimiento de agua potable, cruces de corrientes y otras obras civiles cambia significativamente con las nuevas condiciones de deforestación, cambio climático, presión urbana sobre los recursos hidráulicos y contaminación del agua, entre otros aspectos. Asimismo, países como México han realizado considerables inversiones en infraestructura como radares meteorológicos y estaciones climatológicas automáticas y poseen capacidad para utilizar modelos digitales del terreno, imágenes de satélite o sistemas de información geográfica, todo lo cual no se aprovecha cabalmente en parte por falta de actualización en los programas de estudio.

El segundo nivel parece la opción más viable para ampliar la base científica de la hidrología en la educación. De esta manera, se logra un mejor balance entre la ampliación de dicha base científica y el mantenimiento de las oportunidades de trabajo de los egresados, particularmente de la licenciatura. En nuestros países sigue siendo menos difícil, en el contexto general del mercado laboral, que se contrate a un ingeniero civil para labores relacionadas con la hidrología que a un hipotético hidrólogo científico, salvo, desde luego, en el ámbito académico, pero esta situación está cambiando rápidamente. Las universidades latinoamericanas han reaccionado lentamente en dar el lugar adecuado a la hidrología científica. Es necesario acelerar este proceso.

LA HIDROLOGÍA DE AGUA CLARA Y LAS NECESIDADES ACTUALES

Existen diversos aspectos en que la evolución del aprovechamiento de recursos hídricos no ha permeado aún a muchos de los planes de estudio actuales. Yevjevich (1992) menciona nueve de ellos, de los que se discutirán brevemente, en el contexto de los países latinoamericanos, sólo tres por falta de espacio; los demás serán materia de otro artículo. Se agregará la deforestación, situación no mencionada por Yevjevich



(1992). Todos estos son problemas que ciertamente tienen los países en vías de desarrollo.

REFERENCIAS

- Klemeš V.** (1988), *Hydrology and Water Resources Management: The Burden of Common Roots*, en *Water for World Development*, Proc. Vth IWRA World Congress on Water Resour. Ottawa, Vol. 1, pp. 368-376
- Klemeš V.** (1990), *La ciencia de la hidrología ¿Dónde hemos estado? ¿Hacia dónde debemos ir? ¿Qué necesitan saber los hidrólogos?*, Ingeniería hidráulica en México, Octubre, México, pp. 9-16
- Maniak, U.** (1993), *Curricula and syllabi for hydrology in university education*, Technical Documents in Hydrology, IHP-IV Project E-2.1, Paris
- Nash, J.E., Eagleson, P.S., Philip, J.R., Van der Molen, W.H.** (1990), *The Education of Hydrologists*, Hydrological Sci. Journal, 35, 6, pp. 597-607
- Nash, J.E.** (1992), *Some Musings on Hydrological Education*, en Raynal, 1992, pp. 27-34
- National Research Council** (1991), *Opportunities in the Hydrologic Sciences*, Nat. Acad. Press, Washington.

Controversias entre el desarrollo de recursos hídricos y la protección al ambiente. Los movimientos ambientalistas son cada vez más poderosos en Latinoamérica y cada vez más los de otros países tienen una mayor injerencia en las decisiones políticas de los nuestros. Los hidrólogos y especialistas en aprovechamiento de recursos hídricos deben tener ideas claras sobre los posibles efectos ambientales de los aprovechamientos hidráulicos y de las obras de protección contra inundaciones. Por otro lado, deben estar preparados para enfrentar y defenderse de las objeciones y obstáculos que interponen las organizaciones ambientalistas, muchas de las cuales han hecho de la oposición reiterada a casi todo desarrollo toda una lucrativa profesión.

Contaminación asociada con el aprovechamiento del agua. La contaminación es un tema involucrado en prácticamente cualquier actividad humana, particularmente en la hidrología y los recursos hídricos. Aquí también hay dos vertientes: por un lado, está el problema de las fuentes tradicionales de agua con una menor disponibilidad debido a una disminución en su calidad. Así, los asuntos relacionados con la calidad del agua ahora van mucho más allá del ámbito de la ingeniería sanitaria, pues la calidad es ya una característica tanto o más importante que la cantidad. El continuo monitoreo de la calidad es ya una necesidad cotidiana y, por tanto, el transporte de contaminantes en el ciclo hidrológico debe estar continuamente ligado al movimiento del agua. Por otro lado, no se puede soslayar que ya hemos contaminado muchos de nuestros sistemas hidrológicos. Como primer paso, es necesario disminuir o eliminar las descargas de contaminantes a los cuerpos de agua, pero estas acciones no serán suficientes aún cuando se lleven a cabo en forma eficaz y completa. Hemos usado muchos ríos como alcantarillas y muchos lagos como depósitos de desechos y hemos descargado, durante años, grandes cantidades de aguas residuales a los acuíferos. Los sedimentos de lagos y

ríos y los subsuelos están impregnados de contaminantes que pueden liberarse en el momento menos esperado si no se inicia ya su limpieza y rehabilitación.

Cambio climático. Este tema aún no deja de ser materia de especulación y controversia, incluso en la comunidad científica. Por ello, al nivel de licenciatura, no parece razonable pedir mucho más que breves menciones para que los alumnos estén al tanto de estos fenómenos y para que formen parte de su cultura y de su acervo ecológico. A nivel de posgrado, sin embargo, no puede soslayarse este tema, por los severos efectos que potencialmente tiene en aspectos tan importantes para nuestros países como la producción de alimentos.

Desforestación. Baste mencionar los efectos de los huracanes Pauline en Acapulco y Mitch en Honduras y Nicaragua y los desastres de 1997 en la costa de Chiapas y de 1999 en Venezuela. El desarrollo económico de nuestros países y su aún alto crecimiento poblacional han hecho que las zonas montañosas y boscosas sean cada vez más impactadas. Esto, a su vez, provoca severas talas de bosques en zonas montañosas, lo que posteriormente induce, además de la pérdida de suelo, que una gran cantidad de sedimento pueda arrastrarse con precipitaciones copiosas. Además, la relación lluvia-escurrimiento se altera significativamente, pues, para una tormenta con un periodo de retorno dado, se producen escurrimientos de periodos de retorno mucho mayores. Las estadísticas de los escurrimientos, entonces, dejan de tener validez y es necesario corregir los registros existentes para poder determinar gastos de diseño más acordes con la nueva realidad. Lo anterior también define una nueva hidrología, diferente de la que sólo conoce el agua limpia.

Los efectos de los grandes arrastres de sedimentos producidos en las nuevas condiciones son muy diferentes a los que se tendrían sin los severos cambios de vegetación actuales. En general, este tema se ha tratado en forma más o menos cualitativa por los expertos en conservación de suelos y cuencas, generalmente

agrónomos. Poco o nada de esto enseñamos a los estudiantes de hidrología, ni siquiera al nivel de posgrado.

CONCLUSIONES

La hidrología que se practica actualmente en los países latinoamericanos fue, en gran medida, enseñada por ingenieros civiles a estudiantes de ingeniería civil y está por tanto básicamente orientada a la solución de problemas, con una base científica escasa. La consideración de que la hidrología debe estar dentro de las ciencias de la tierra y así debe ser enseñada en las universidades se ha planteado desde hace diez años, pero nuestras universidades han reaccionado lentamente. La hidrología, en general, se ha propuesto a los estudiantes de hidrología, tanto al nivel de licenciatura como al de posgrado, como si el ciclo hidrológico lo fuera sólo de agua limpia, y muy poco de contaminantes y sedimentos. Esto sugiere cambios importantes en los planes de estudio o, al menos, en los currícula de las asignaturas correspondientes. Los problemas actuales en materia hidrológica requieren de la modificación de contenidos de las materias correspondientes para ajustarlas a nuevas realidades en nuestros países, como los enfoques ambientalistas, contaminación y limpieza de sistemas hidrológicos contaminados, cambio climático y desforestación y sus efectos en los escurrimientos de agua y sedimentos. ✱

- Raynal, J.A.**, (ed.) (1992) *Hydrology and Water Resources Education, Training and Management*, Water Resources Publ., Littleton, Colo. E.U., pp. 27-34
- Rodda, J.C.** (1992), *Education and Training in Hydrology - Some Problems from a WMO Perspective*, en Raynal, 1992, pp. 255-266
- Yevjevich, V.** (1992), *Education in Water Resources under Continual Evolution in their Problems and in Society's Attitudes and Demands*, en Raynal, 1992, pp. 35-56

El Ing. Roberto Mejía revisó el manuscrito e hizo útiles contribuciones al mismo. Una versión de este trabajo se presentó en las VI Jornadas del CONAPHI Chileno, Santiago, Chile, mayo de 1999.





Entrevista con el maestro
Rubén Barocio Ramírez*

La importancia del marco legal regulatorio en la prestación de los servicios del agua

por Jesús Hernández

Recientemente, el maestro Rubén Barocio Ramírez, asesor del director general de la Comisión Nacional del Agua, CNA, nos recibió en sus oficinas de la Ciudad de México con la finalidad de comentar acerca de la importancia del marco legal regulatorio en la prestación de los servicios relacionados con el agua, tema en el que el maestro Barocio es un reconocido experto con más de cuarenta años de experiencia. Actualmente coordina diversos proyectos para la CNA entre los que destacan el programa Movimiento ciudadano por el agua; La cruzada por los bosques y el agua, Análisis de la situación de los sistemas de agua urbana y saneamiento a nivel nacional, Definición de un marco para la participación privada en sistemas de agua y saneamiento, Planeación integral del suministro de agua y tratamiento de aguas residuales en grandes ciudades, y Propuesta de un nuevo marco jurídico estatal en materia de agua, entre otros.

Tlálloc: ¿Cuáles son los principales componentes del marco jurídico nacional para la prestación de los servicios de agua y saneamiento?

Rubén Barocio Ramírez, RBR: Los principales componentes de ese marco jurídico son la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la Ley Federal de Derechos, la Ley de Obra Pública, la Ley General de Bienes Nacionales, las leyes estatales de agua, las diversas leyes estatales y ordenamientos relacionados con la obra pública, los aspectos fiscales y comerciales y los reglamentos municipales.

De la Carta Magna de 1917, máximo ordenamiento jurídico que existe en nuestro país, emanan las leyes de todas y cada una de las funciones administrativas del Estado. En materia de agua en su Artículo 27 establece el régimen de propiedad de las aguas y dispone

*Asesor del director general de la
Comisión Nacional del Agua
rbarocio@sgp.cna.gob.mx

en su párrafo primero que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación. Por otra parte, en su Artículo 115 apunta la responsabilidad de los municipios en la prestación de los servicios públicos relacionados con el agua potable, al señalar que "los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes, tendrán a su cargo los diversos servicios públicos, entre los que sobresale el agua potable".

Es importante señalar que el 23 de diciembre de 1999 se publicó en el Diario Oficial de la Federación una reforma a este mismo artículo, con el objeto de fortalecer la libertad del municipio. Destaca dentro de esta reforma la inclusión de las acciones de drenaje, tratamiento y disposición de aguas residuales, como servicios públicos a cargo del municipio, mismos que podrían ser prestados por particulares a través de concesiones. Mediante esta reforma se elimina la concurrencia de los estados en la prestación de estos beneficios y se establece la facultad de los municipios para aprobar los reglamentos y disposiciones administrativas que regulen los servicios públicos a su cargo.

Respecto del alcance de esta última facultad se han suscitado dos interpretaciones: una que sostiene que el municipio será el encargado de determinar las normas a que deberá sujetarse la prestación de los servicios públicos, y otra en el sentido de que la facultad concedida al municipio es de naturaleza análoga a la facultad reglamentaria del Ejecutivo Federal. Es decir, el ejercicio de tal facultad presupone la existencia de disposiciones legales objeto de la reglamentación respectiva. Al parecer, la segunda interpretación es la correcta, ya que el municipio no cuenta con un órgano legislativo que pudiera crear normas de carácter vinculativo a las cuales habrían de sujetarse tanto los prestadores de servicios públicos como los usuarios de los mismos.

A partir del año 1934, con la publicación de la Ley de Aguas de Propiedad Nacional, se inicia la actualización del marco jurídico específico de la gestión del agua que en la actualidad contiene, entre otras, disposiciones relativas al establecimiento de un orden en el uso del agua, el aprovechamiento de aguas libres, los permisos de explotación, la concesión de agua para servicios públicos, así como la caducidad total o parcial de la concesión por no uso durante tres años y la prestación de servicios a terceros, y a sociedades de usuarios.

Por lo que respecta a la relación de las empresas privadas en el subsector, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, ofrecen el marco jurídico base para su involucramiento en obras y proyectos de infraestructura hidráulica responsabilidad del gobierno federal, ya sea por los propios usuarios de las aguas o por terceros. La Ley, en su Artículo 102, señala que se considera de interés público la promoción y fomento para que los particulares participen en el financiamiento, construcción y operación de la infraestructura hidráulica, así como en la prestación de los servicios respectivos. Por otra parte, la Ley General de Bienes Nacionales dispone las bases generales para la regulación de las concesiones sobre bienes del dominio público de la federación.

En lo que se refiere al uso, aprovechamiento y explotación por particulares de las aguas de dominio inalienable e imprescriptible de la Nación, la Ley de Aguas Nacionales reitera el ordenamiento constitucional para que se cumpla con el requisito de concesión y establece las disposiciones que regulan su otorgamiento, vigencia y terminación.

Por otro lado, la mayoría de los estados en México disponen de diversas leyes administrativas a través de las cuales regulan la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Sin embargo, son muy pocos aquellos que disponen de una ley estatal de agua que incluya todos y cada uno de los elementos que se consideran importantes para fortalecer la capacidad de gestión de los organismos operadores y apoye la prestación eficiente de servicios satisfactorios a los usuarios en condiciones de calidad y precio, no importando si este recae en la responsabilidad de un órgano de carácter público o privado.

Por lo que respecta a la participación de la empresa privada las leyes administrativas de los estados prevén la figura de la concesión y/o contratación, aún cuando, en la mayoría de ellos, no lo hagan en la ley relativa a la prestación de los servicios de agua y alcantarillado.

Las leyes vigentes, en su mayoría, no pretenden reforzar la formación y el desarrollo de prestadores de los servicios con autonomía propia y las capacidades técnica, administrativa y financiera, necesarias para atender permanentemente las necesidades de la población a la que sirven. Por ello, es de fundamental importancia, entre otras medidas, adecuar el marco legal y regulador estatal, de forma tal que se establezcan en éste los principios que permitan lograr la sustentabilidad del recurso.

Tlálloc: ¿Podría citar algunos ejemplos de regulación en el mundo?

RBR: Mencionaré cinco casos específicos: el esquema francés, el de los Estados Unidos, el chileno, el de Buenos Aires, Argentina y el del Reino Unido.

En Francia, el abastecimiento de agua potable es supervisado por más de 36 mil municipalidades y la distribución es operada por cerca de 15 mil empresas. La regulación es bastante compleja dado que el sistema funciona dentro de un esquema de agencias de control gubernamentales en los niveles local, regional y nacional, además de las seis agencias del agua (organizadas por cuenca hidrológica). Sin embargo, presenta la ventaja de ser muy sensible a las demandas locales y a las condiciones particulares de las comunas.

En los Estados Unidos, las *State Public Utility Comissions* (PUCs) fijan las tarifas, garantizan que el servicio satisfaga la demanda y cumpla con los estándares de calidad, cuyas normas son establecidas por la *Environmental Protection Agency* del gobierno federal (EPA). Las PUCs propician también la uniformidad de los sistemas contables y regulan las decisiones financieras para proteger los intereses de los inversionistas, tanto accionistas como poseedores de bonos.

En Chile se creó la Superintendencia de Servicios Sanitarios como un ente público, descentralizado, con atribuciones normativas, de control y sancionadoras, con el objeto de cumplir funciones de regulación y control. Además es responsable de la fiscalización de los prestadores de servicios sanitarios, de la determinación de las tarifas que se basa en el concepto de empresa modelo, y de vigilar el cumplimiento de las normas relativas a servicios sanitarios y el control de los residuos industriales líquidos.

En el caso de la concesión de los servicios en Buenos Aires, Argentina, la agencia reguladora ETOSS (Ente Tripartito de Obras y Servicios Sanitarios) fue creada como una entidad autónoma y autofinanciable para asegurar la calidad de los servicios y proteger a los consumidores, mediante la vigilancia del cumplimiento de las normas y de las cláusulas establecidas en el contrato de concesión.

En el Reino Unido, bajo el *Water Act* 1989 se establecieron tres entes reguladores principales para vigilar la nueva industria privada: *The Drinking Water Inspectorate*, que se encarga de regular la calidad del agua; *The National River Authority*, que se responsabiliza de los aspectos de medio ambiente y la *Office of Water Services*, OFWAT, responsable de la regulación económica.

Tlálóc: ¿Cuál es la importancia de la regulación en la prestación de los servicios de agua en México?

RBR: Comenzaría diciendo que en mercados competitivos donde, por su naturaleza, participan diferentes oferentes de un bien o servicio, los consumidores tienen la oportunidad de escoger la empresa de su preferencia la cual, por cierto, no tiene una influencia decisiva en los precios del mercado. Esta situación no se cumple en la prestación de ciertos servicios, es más eficiente la presencia de una sola empresa productora para una determinada área geográfica que dos o más.

Se da así un caso típico de falla de mercado, caso en el cual se encuentran los servicios de agua potable. En efecto, a partir de la generalización de los sistemas de agua entubada para distribución masiva, el servicio puede ser prestado mucho más económicamente por un organismo operador que por proveedores individuales, presentándose así el caso típico de un monopolio natural.

En los mercados monopólicos las empresas tienen una influencia decisiva en la fijación de los precios

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA REGULACIÓN

Objetivos:

- Proteger al consumidor de posibles abusos del poder monopólico como alzas indiscriminadas de precios y selectividad en la provisión de los servicios.
- Proteger al inversionista al brindarle certidumbre jurídica.
- Proteger a la empresa privada al brindarle autonomía gerencial bajo reglas preestablecidas.
- Proteger el interés del sector público encontrando un balance entre los intereses contradictorios de los distintos actores.
- Proteger la noción de competencia al plantear los momentos y formas de la misma.

Mejores prácticas de regulación:

1. Haberse creado con suficiente anticipación al inicio de cualquier proceso de privatización, de forma tal que vaya creando un historial y subsanando deficiencias operativas.
2. Regirse por normas impersonales y directas, claramente definidas, consistentes con el marco jurídico vigente, y comprensibles para todos los involucrados.
3. Diseñarse pensando en la eficiencia dinámica, no sólo la estática. Esto significa que debe preverse cierta capacidad de adaptación del ente regulador a condiciones cambiantes. Deben ser instituciones públicas autónomas y los nombramientos de su junta directiva deben hacerse escalonadamente para periodos de actuación predeterminados, de modo que los cambios no coincidan con ciclos políticos. Una vez terminada su función, los miembros deben tener prohibición de trabajar en la empresa regulada durante un tiempo.
4. Contar con personal altamente calificado, en las diversas disciplinas técnicas, económicas y jurídicas necesarias, muy bien pagado en relación con el sector que debe regular.
5. Disponer de fluidos canales de comunicación con el sector que regula, pero reservarse al mismo tiempo la última palabra en decisiones de regulación.
6. Tener transparencia en su accionar, aspecto fundamental en la confianza y respaldo que le otorguen los usuarios.
7. Informar pública y periódicamente de su gestión y generar informes específicos sobre decisiones regulatorias de importancia.
8. Recurrir a la consulta pública para decisiones fundamentales.
9. Contar con procedimientos basados en disposiciones legales específicas que le permitan resolver las disputas entre empresa y regulador.
10. Disponer de un conjunto de sanciones claras, prácticas y de severidad creciente en caso de incumplimiento de la empresa.

Características:

- **Autonomía**
- **Autoridad**
- **Continuidad**
- **Credibilidad**
 - Transparencia
 - Imparcialidad
 - Representatividad
 - Capacidad técnica

por lo que, en su condición de únicos productores del servicio, las empresas de agua podrían cobrar tarifas mucho más elevadas que las que se establecerían en una situación competitiva o prestar servicios de calidad inferior, lo que ocurre con frecuencia en nuestro medio. Esto perjudicaría al usuario, que vería reducido su bienestar no sólo con el cobro de mayores tarifas sino también por la provisión de servicios con una calidad inferior a la que podría obtener en un mercado competitivo, ya que sin la competencia de otras compañías que puedan ofrecer mejores servicios las empresas podrían inclinarse a una menor atención a la calidad.

Por ello, los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, requieren de algún tipo de institución que supervise al órgano responsable de la prestación de los servicios, ya sea este público o privado, para limitar el abuso del poder monopólico. Este órgano deberá tener independencia política y económica, y no debe de participar en actividades de operación para evitar conflictos funcionales.

Tlálóc: ¿Cuál es la tendencia de nuestro marco regulatorio?

RBR: Resultaría positivo que la tendencia del marco regulatorio diera mantenimiento de la infraestructura que correspondiera a una instancia y las actividades de regulación a otra distinta a ésta. Este esquema es necesario si se desea estimular servicios de mejor calidad y una más intensa y satisfactoria participación de la iniciativa privada. Esto cambiaría el estilo tradicional de regulación, el cual se ha venido presentando en un contexto derivado de una larga tradición de servicios de infraestructura suministrados generalmente por empresas del sector público, mediante el cual el Estado ejerce varias funciones como la de planificador económico que controla la inversión y el presupuesto, la de propietario de las empresas y la de operador de las mismas, así como la de regulador de la calidad y el precio de los servicios.

Tlálóc: ¿Cuáles son los principales obstáculos para mejorar el marco regulatorio en nuestro país?

RBR: En primer término, es necesario mencionar la disposición constitucional que asigna al municipio la responsabilidad por la prestación de los servicios de agua y saneamiento, con un papel muy limitado para las otras instancias de gobierno. Es previsible que en el futuro, el énfasis en la federación y en la asignación de mayores responsabilidades y autonomía a los municipios consolide esa situación. Las recientes modificaciones al Art. 115 de nuestra Constitución Política refuerza esa tendencia. Sin embargo impone dificultades de diferente índole a la adopción de disposiciones de carácter general que den uniformidad y que propicien la aplicación práctica de los conceptos de regulación que aquí he expuesto.

La dificultad que el marco jurídico vigente presenta para la adopción de disposiciones regulatorias uniformes es evidente. Baste sólo mencionar la multiplicidad de prácticas relacionadas con la definición de tarifas, la regulación de la calidad del agua, la prevención y control de la contaminación del agua y otros usos

que pudieran afectar la salud pública y la protección general del medio ambiente, las que se sustentan en un conjunto de normas emitidas por distintas dependencias que participan en diferente grado en la vigilancia de su cumplimiento. La falta de uniformidad responde a la diversidad económica, social y política existentes en nuestro país. Cada estado y municipio ha adoptado en este campo, como en otros, las disposiciones que ha considerado que mejor responden a cada circunstancia particular y que están contenidas en instrumentos tales como las leyes estatales de agua potable y alcantarillado, diversas disposiciones municipales específicas. Esta diversidad es un tema fundamental que deberá tomarse en cuenta en cualquier propuesta practicable de modificación al marco regulatorio.

Tlálóc: ¿Existen propuestas específicas para mejorar el marco regulatorio en nuestro país?

RBR: Si, una de esas propuestas es el Modelo de Ley Estatal de Agua que ha sido promovido por el gobierno federal. En él se subrayan los aspectos que se consideran importantes para fortalecer la capacidad de gestión de los organismos y apoyar la prestación eficiente de servicios satisfactorios para los usuarios, y contempla algunos aspectos novedosos que tienen ese mismo propósito.

Se parte desde el principio básico de que el municipio es el responsable original de la prestación de los servicios y de que se requiere de la coordinación federal-estatal-municipal para el mejor aprovechamiento de los recursos hidráulicos; a esos conceptos responde la estructura y contenido del Modelo de Ley.

Debe enfatizarse que la adopción de las propuestas contenidas en el Modelo de Ley, es una decisión que corresponde totalmente a la autoridad estatal; en cada caso, éstas deberán ajustarse a las condiciones jurídicas e institucionales de cada entidad. La recomendación en ese sentido, estriba en que se incluyan, en la legislación local, los aspectos fundamentales que se presentan en el modelo diseñado para apoyar este proceso. ❁

PUBLICACIONES

1. American Water Works Association, United States Proceedings of the AWWA Seminar on water rates: **an equitability challenge**. (June 5-9, 1983: Las Vegas) Análisis de costos marginales y diseños de tarifas de electricidad y agua. Washington, D.C.: bid, 1983. p.232.

2. Aparicio Mijares, Francisco; García Rojas, Hilda; Ortíz Rendón, Gustavo. **Impacto de la Regularización y precio del agua en la selección del agua sustitución y modificaciones de los bienes productivos del sector industrial**. 1992.

3. Comisión Nacional del Agua. México. Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. **Gerencia de Normas Técnicas, tarifas eléctricas para sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento**. México: CNA, 1993. p. 65.

4. Diario Oficial de la Federación. **Ley General de Salud. Agua y regulación**. 18 de enero de 1988.

5. Ortiz Rendón, Gustavo Armando. **Marco para un nuevo régimen fiscal del agua en México a partir del establecimiento de su precio**. México: Comercialización del agua México Tarifas. 1982. p. 153.

6. SARH. México. **Consulta de expertos sobre cuotas del agua en riego (1987 sep. 22-26: Roma) consulta de expertos sobre cuotas del agua en riego**. Roma: FAO, 1985. p.62.

7. SARH. México. **Dirección del Centro de Información Métodos de evaluación de la oferta de cultivos básicos en función de la oferta de agua para el modelo hidroagrícola**. México: SARH, 1981. p.20.

8. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Comisión Nacional del Agua. México. **Situación actual del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento**. México: SARH, 1991. p.78.

9. Servin Jungdorf, Carl A. México. SARH. IMTA **Análisis de costos de los servicios de laboratorio ofrecidos por el CIECCA para establecer su tarifa de cobros**. México: IMTA, 1989.

10. Zepeda o., Jesús; Cejudo a., Orlando; Güitrón r., Alberto. **Costos y tarifas del agua en el sector industrial: CD. Juárez, Chih.** México: SARH, 1978. 30 informe técnico; p.5.

WWW.

SITIOS EN INTERNET SOBRE EL AGUA

h2o

BID FINANCIA MEJORAS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN..
www.iadb.org/exr/prensa/1998/cp18998c.htm - 6k

CEPIS/OPS Opción de financiamiento para la provisión de agua y servicios sanitarios
www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind64/opcfin/opc.html

FARN - La Regulación del Agua en la Ciudad de Bs. As. (V ...
www.farn.org.ar/docs/p07/publicaciones7-5.html - 30k -

La Comisión Mundial del Agua alerta del drástico descenso ...
www.pangea.org/esf/doc_form/lecturas/comision_mundial_agua.htm - 7k

Preguntas frecuentes: Cómo presento una Queja o Reclamo ante: LA COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO?
www.gobiernoenlinea.gov.co/faq/faq_detail/0,1128,ES-COgl^201075^210654,00.html

Proyecto de Manejo de Recursos del Agua en México
www.laneta.apc.org/trasparencia/agua.htm - 22k

Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado
www.iadb.org/exr/doc98/apr/ur785s.htm - 7k

EVENTOS

First International Speciality Conference Globalization and water management

Fecha: del 5 al 8 de agosto de 2001

Lugar: Dundee, Scotland

Email: info@awra.org

Second International Water History Association Conference
The Role of Water in History and Development

Fecha: del 10 al 12 de agosto de 2001

Lugar: University of Bergen, Norway

Email: info@awra.org

2001 Summer Speciality Conference

Decision Support Systems for Water Resources Management

Fecha: del 27 al 30 de junio de 2001-03-12

Lugar: Snowbird, Utah, USA

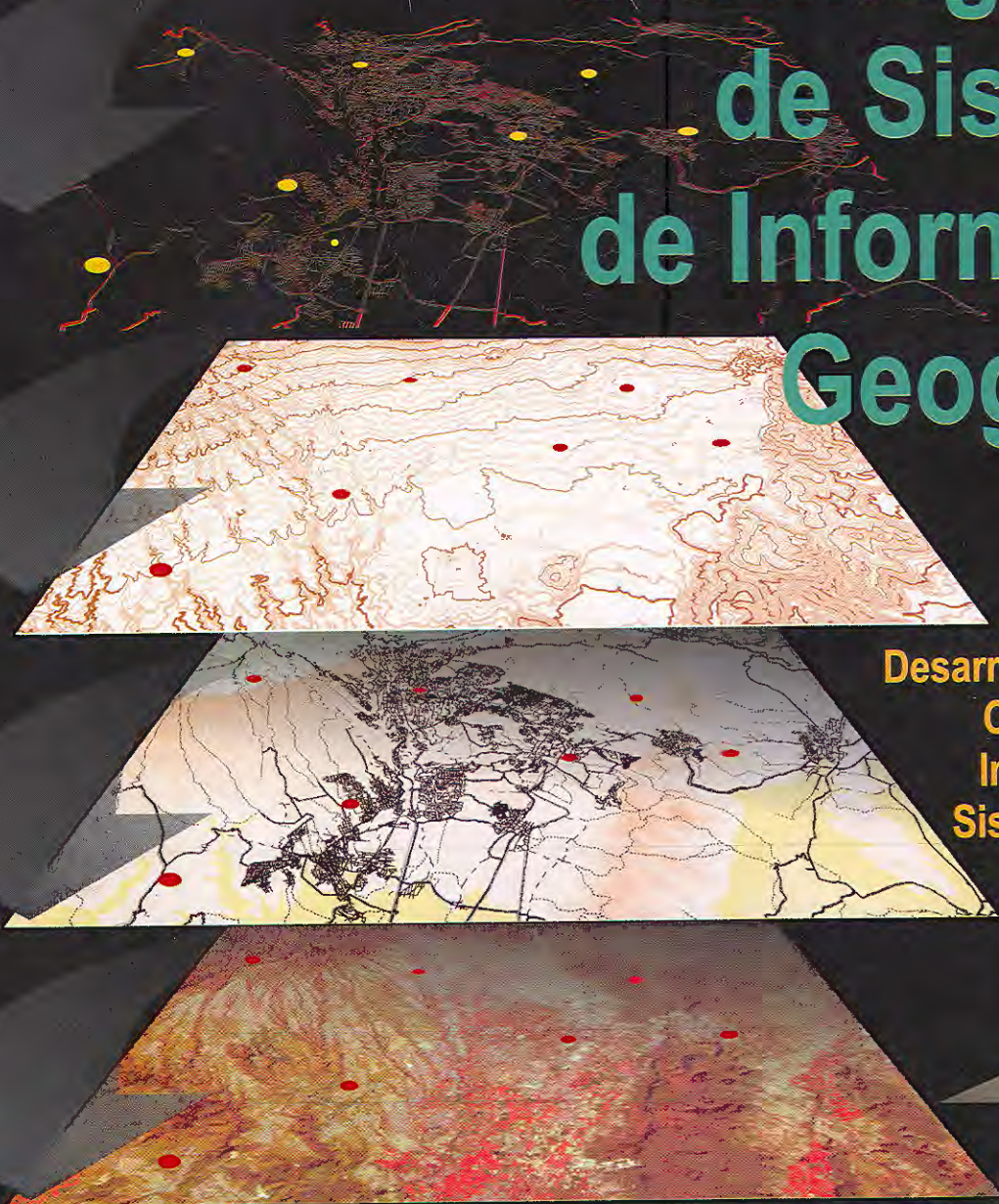
Informes: 001 (540) 687 83 95



Bufete de Soluciones Integrales S.C.

**Somos una empresa
dedicada
a la integración
de Sistemas
de Información
Geográfica**

1	mor034	2845.35
2	mor035	3256.15
3	mor036	5873.21
4	mor037	4587.23



**Desarrollo y Análisis de:
Cartografía Digital,
Imagen de Satélite,
Sistemas Expertos y
Bases de Datos.
Aplicaciones
Personalizadas.**

Camelia 112, Rancho Cortés
Cuernavaca, Mor. 62120
Tel/Fax. (7) 317 1801 313 1025
www.bsigeonet.com edelcondetc@hotmail.com

Carreteraco 105, B.San Lucas, Coyoacán.
México D.F. 04030
Tel/Fax. 5544 0652 5689 3473
www.bsigeonet.com bsidelco@avantel.net.mx