

Tlalóc

21
AMH

* Conservación del agua * Alternativas tecnológicas en saneamiento * Lagunas de estabilización * Los límites físicos del desarrollo mexicano * Captación de agua de lluvia para consumo humano en comunidades oaxaqueñas * Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales



Comunidades Rurales

+ Entrevistas Publicaciones Noticias



EDITORIAL

El desarrollo de las comunidades rurales en México constituye uno de los factores prioritarios en la lucha contra la pobreza para lograr un desarrollo social económicamente sostenible. En este marco, es fundamental atender los problemas relacionados con la escasez de agua y su contaminación, así como los derivados del incremento demográfico; es necesario introducir técnicas modernas y apropiadas para racionalizar el uso y mejorar el aprovechamiento de este vital líquido.

Se estima que en el sector rural del país 35% de sus habitantes carecen de agua potable y 67% no tienen alcantarillado; sólo 22% de las aguas residuales desalajadas de las poblaciones urbanas reciben tratamiento, situación que es mucho más crítica en las comunidades rurales que, además, se ven afectadas en forma indirecta por las descargas no tratadas de las zonas de riego y de las grandes ciudades.

Para revertir esta realidad es necesario identificar, adaptar, transferir y, en su caso, desarrollar tecnologías apropiadas, así como difundir y fomentar las que ya han sido validadas a través de experiencias exitosas en las propias comunidades rurales. Es

importante utilizar tecnologías adecuadas para la captación, conducción y dotación de agua para el consumo humano y las actividades agropecuarias, así como promover la construcción de pequeñas plantas de tratamiento de aguas residuales y de sistemas de desinfección y potabilización.

El gobierno federal ha iniciado una serie de acciones orientadas a la solución de la problemática mencionada, entre las que destaca el Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales, cuya finalidad es garantizar servicios eficientes a la población marginada, mediante su propia participación activa y organizada.

En el presente número de la revista *TLáloc*, órgano de información de la AMH, se publica una serie de artículos técnicos y de carácter social, relacionados con esta temática.

Jesús Campos López
Presidente del XXIV
Consejo Directivo de la AMH

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

XXIV CONSEJO DIRECTIVO DE LA AMH
PRESIDENTE Jesús Campos López
VICEPRESIDENTE Álvaro A. Aldama
TESORERO Héctor F. Fernández Esparza
SECRETARIO Óscar Ávalos Domenzain
SECRETARIO DESIGNADO Luis Eduardo de Ávila Rueda
VOCALÉS 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 Urias Martínez.

COORDINADORA TÉCNICA Alejandra Martín Domínguez

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

FOTOS PORTADA Archivo de la Subcoordinación de Participación Social, IMTA

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



2 Conferencia magistral Francisco Torres H.
Conservación del agua:
Única alternativa para el futuro
ANTONIO FERNÁNDEZ ESPARZA

8 Ciencia y tecnología
Alternativas tecnológicas en saneamiento: Macrófitas flotantes y mamparas para optimizar lagunas
JOSÉ COLLI MISSET
ELDA FLORES CONTRERAS
CECILIA TOMASINI ORTIZ
JORGE ROMERO AMARO

14 Gestión del agua
Lagunas de estabilización: Tecnología apropiada para el desarrollo sustentable
GABRIELA MOELLER CHÁVEZ

19 Los límites físicos del desarrollo mexicano
RICARDO BECERRA LAGUNA

24 Histórico-social
Captación de agua de lluvia para consumo humano en comunidades oaxaqueñas
JULIÁN RUBÉN RÍOS ANGELES

28 Programas del sector rural
Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales
E. SALVADOR CRUZ MAJLUF

34 Entrevista
Polioptro Martínez Austria
Premio Nacional Enzo Levi, 2000
ELENA VIGOUROUX CHAPUY
JESÚS HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

36 Noticias de la AMH
XVI Congreso Nacional de Hidráulica, 2000
YADIRA CUÉLLAR
JAVIER APARICIO

42 Publicaciones
Libros, eventos y páginas Web

Conservación del agua: Única alternativa para el futuro



por Antonio Fernández Esparza*

INTRODUCCIÓN

Hace algunos años, la gestión tradicional del agua se centraba en el manejo del agua dulce del país para satisfacer las necesidades de los usuarios; en la ecuación de la oferta y la demanda de agua, los responsables enfocaban su gestión del abastecimiento en el lado de la oferta. Hoy, conforme nos acercamos al siglo XXI, la infraestructura y la relativamente limitada oferta de agua deben ser gestionadas con mayor eficacia para satisfacer demandas crecientes. Los futuros suministros vendrán probablemente de la conservación, el reciclaje, la reutilización y la mejora de la eficiencia en el uso del agua, más que del desarrollo de ambiciosos proyectos. Es evidente que la Nación ya no puede seguir intentando satisfacer la insaciable demanda de agua mediante la continua ampliación de una oferta que tiene límites físicos, ecológicos y económicos.

El crecimiento de las grandes concentraciones humanas en gran número de países del mundo, ha provocado un incremento igualmente acelerado de explotación de agua dulce, frente a una disponibilidad cada vez más escasa, distante y comprometida. La escasez sufrida

en los últimos años, aunada a las amenazas derivadas del cambio climático presentan escenarios de incertidumbre sobre la disponibilidad futura del recurso.

Un parámetro que permite hacer evaluaciones sobre la magnitud del problema, cuantifica el volumen anual de agua dulce por habitante, obteniendo los resultados mostrados en la siguiente tabla.

CATEGORÍA	DISPONIBILIDAD m ³ /año/hab	TOTAL DE PAISES
muy baja	menos de 1,000	16%
baja	1,000 - 5,000	35%
mediana	5,000 - 10,000	14%
alta	más de 10,000	35%

Tabla 1. Disponibilidad de agua en el mundo¹.

Se dice que menos de 1,000 m³ anuales por habitante representan una disponibilidad muy baja; entre 1,000 y 5,000 baja; mediana entre 5,000 y 10,000; y alta disponibilidad para más de 10,000.

*Gerente de Estudios y Proyectos, CNA

¹Movimiento Ciudadano por el Agua (2000).

Los datos anteriores nos indican que la mitad de los habitantes del planeta tienen problemas de abasto por una baja disponibilidad; es decir, existen comunidades que antes de evaluar posibles inversiones, tienen que preocuparse por contar con el recurso.

Si un país tiene una disponibilidad menor a los 2,000 m³ anuales por habitante, se considera que se encuentra hidráulicamente estresado. Si dispone de menos de 1,000 m³ anuales por habitante, sufre de escasez crónica, y si la disponibilidad es menor a los 500 m³ anuales por habitante, la escasez es absoluta.

Nuestro país ha cruzado el umbral entre la disponibilidad media y baja, ya que figura entre las naciones que disponen de menos de 5 mil m³ anuales por habitante; además, debe considerarse la irregular distribución regional y temporal, y la reducción del volumen por agua contaminada. En el gráfico mostrado contrastan los volúmenes disponibles en algunos países americanos y México.

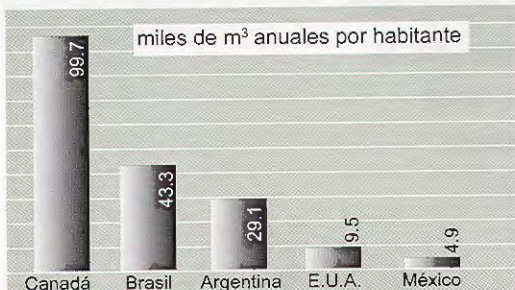


Figura 1. Disponibilidad promedio de agua en diversos países de América².

El consumo per cápita en nuestro país es de 780 m³ anuales, cifra similar al promedio de las naciones de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). De igual forma, la relación que guardan la demanda y la disponibilidad, denominada como intensidad de uso, es también similar a la de estos países.

Sin embargo, México consume el doble de agua por dólar equivalente de PIB que el promedio de la OCDE,

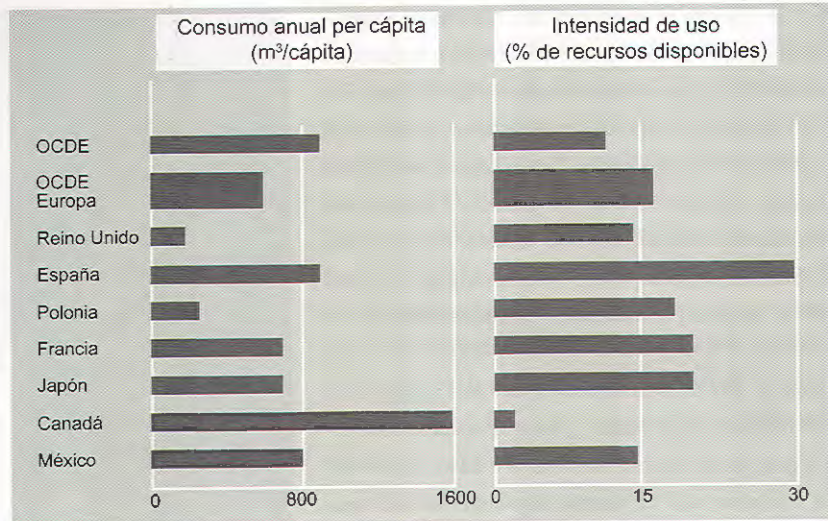


Figura 2.- Consumos anuales per cápita e intensidad de uso de algunos países pertenecientes a la OCDE³.

y hasta cinco veces más que las naciones de mayor eficiencia hidráulica, entendiendo este término como la relación entre el consumo y el PIB.

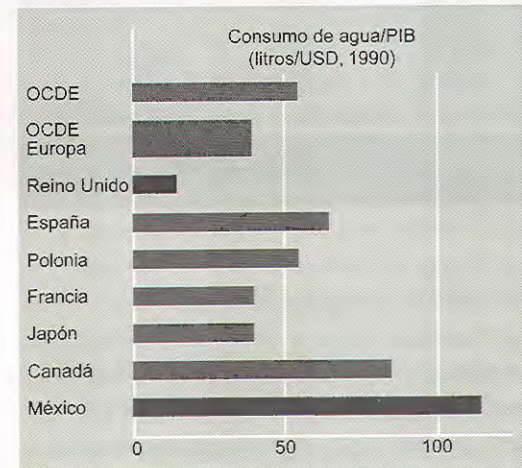


Figura 3. Consumos de agua con relación al PIB de algunos países pertenecientes a la OCDE⁴.

A fin de afrontar los retos de hoy, se ha reorganizado la división de nuestro país en regiones administrativas congruentes a la distribución natural del agua, fungiendo así como unidades naturales y administrativas integradas por los municipios localizados en cada región. La distribución de la disponibilidad de agua en estas regiones se indica en la figura 4.

²Movimiento Ciudadano por el Agua (2000).

³OCDE

⁴Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), del Consejo Coordinador Empresarial, a partir de datos de la OCDE.

CONFERENCIA MAGISTRAL

Ahí, se muestra la diversidad de condiciones climáticas que imperan en México, ofreciendo una gama de escenarios que permiten comparar a la Frontera Sur con volúmenes disponibles en Argentina; el agua en la Región Pacífico Sur con la disponibilidad en Estados Unidos; y la gravedad de las Cuencas Centrales del Norte, y aún más del Valle de México, que comparte la situación de países como Israel y Egipto, con 330 y 160 m³ anuales por habitante, respectivamente.

Hacia el año 2020 la población del país superará los 120 millones de personas⁵, y las actividades económicas podrían fácilmente duplicarse o hasta triplicarse, en contraste con la misma disponibilidad de agua dulce.

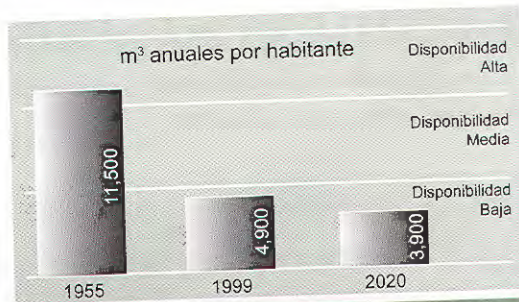


Figura 6. Tendencias en la disponibilidad de agua en México.

CONSERVACIÓN DEL AGUA

La explosión demográfica, y el incremento sustancial de satisfactores bajo la denominada "cultura del confort", han propiciado el crecimiento exponencial de la demanda de agua, tanto para fines agrícolas como para el desarrollo industrial. Aun dentro del llamado primer uso, los consumos de agua se elevan continuamente.

Como resultado de lo anterior, el cuidado del agua no requiere disciplina, sólo un mínimo de entendimiento, pues este líquido no se fabrica, y el volumen con el que se cuenta actualmente es y seguirá siendo el mismo. El acelerado crecimiento urbano y desarrollo industrial, ha reducido al mínimo el tiempo que el agua requiere para su purificación natural, por lo que



Figura 4. Disponibilidad de agua por región administrativa⁶.

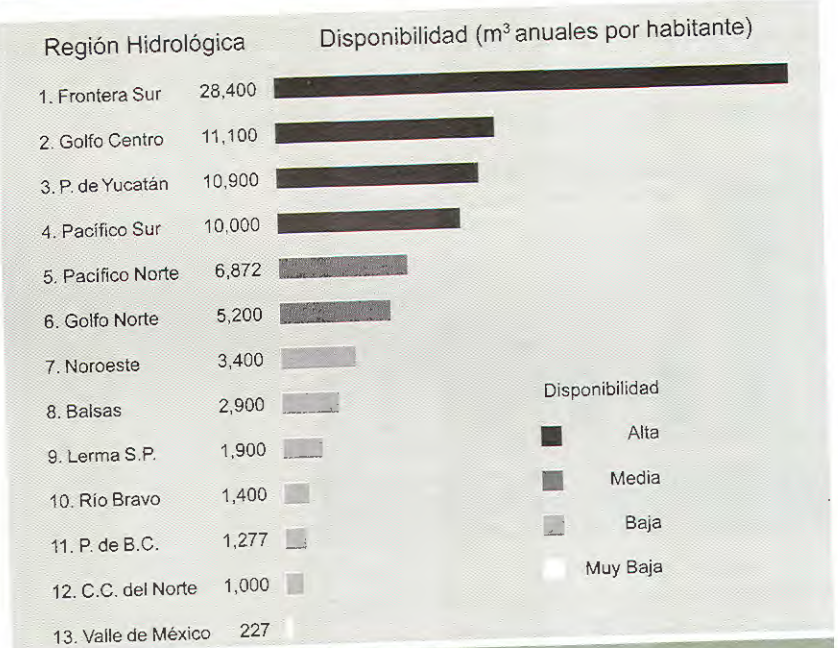


Figura 5. Disponibilidad de agua por región administrativa⁷.

⁵ La población del país se estima en 122.1 millones de habitantes al año 2020, con base a la evolución de la tasa media anual de crecimiento demográfico. Fuente: La Situación Demográfica de México, Consejo Nacional de Población, 2000.

⁶ y ⁷ Movimiento Ciudadano por el Agua (2000).

ahora se requiere la acción del hombre para depurarla y descargarla a los cuerpos receptores con el menor deterioro posible, o bien para su reutilización.

La mayoría de los administradores del agua asignan una prioridad principal de su uso en el siguiente orden jerárquico: consumo humano, producción de alimen-

tos y producción industrial. Sin embargo, este criterio ha causado conflictos frecuentes, debido a que en muchos países la prioridad de la estrategia de desarrollo no es necesariamente el mejoramiento de la calidad de vida a través de la higiene pública y la buena salud, sino a través del desarrollo de la industria y las exportaciones (alimentos y productos terminados).

El mayor porcentaje de volumen de agua consumido le corresponde al sector agrícola (76%), y después al uso doméstico (17%)⁸. En contraste, el primero de ellos sólo contribuye con el 3% del Producto Interno Bruto (PIB), en tanto la industria manufacturera, minera y de construcción participa con el 30% del PIB, consumiendo sólo el 5% de agua.

Tradicionalmente, el agua ha sido considerada como un recurso de "propiedad común", abundante y accesible a todos por igual, en donde los precios son muy bajos o nulos. Este último hecho ha determinado sus patrones de uso y por tanto su derroche. Cuando el precio de un recurso como el agua es muy bajo o se aleja de su costo real, se usa sin tomar en cuenta ni la cantidad ni la conservación.

Este factor básico juega un papel importante para explicar la razón por la que el uso del agua es alto por unidad de producción y el reciclamiento rara vez alcanza su pleno potencial. En otras palabras, cuando los precios del agua son bajos en relación con el costo de otros insumos y en relación con el costo de desarrollo de los suministros, la eficiencia en su uso disminuye.

Un ejemplo de lo anterior son los grandes volúmenes consumidos por la industria para la fabricación de sus productos, tal como se muestra en la tabla 2.

ARTÍCULO	LITROS DE AGUA
un litro de cerveza	25
un kilogramo de cemento	40
un kilogramo de papel	300
un kilogramo de aluminio	1,200

Tabla 2. Consumo de agua para la elaboración de productos industriales⁹.



FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON

El agua barata consumida por plantas industriales es sin duda una solución más económica a su abastecimiento, que a la instalación de sistemas de recirculación, asumiendo que la calidad mínima necesaria se puede lograr también a bajo costo.

Dentro del Subsector de agua potable, los precios bajos del agua municipal conducen invariablemente a un alto uso per cápita. Lo anterior nos obliga a considerar el mejoramiento del servicio, no sólo como un incremento en las coberturas, sino como un aumento notorio en la eficiencia de cada uno de los rubros que integran el manejo del agua.

Algunos estudios realizados en nuestro país, indican un promedio de 40% de pérdidas físicas de agua en sistemas urbanos, por lo que el margen para trabajar en el mejoramiento del suministro es amplio. Este dato contempla, además del agua que literalmente se pierde en fugas, los errores de medición; al sumar el agua que no se contabiliza a través de tomas clandestinas, se obtiene un promedio del 50% de agua facturada. Finalmente, al considerar la eficiencia comercial, se llega a un volumen cobrado del 30% de la producción.

Evidentemente, se requiere un gran impulso a los programas de recuperación de caudales, mismos que deberán partir de un catastro aceptable, una completa macromedición y un buen nivel de micromedición, sectorización de redes y un adecuado sistema comercial, entre otras cosas; la consecuencia pudiera reflejarse en el diferimiento de fuertes inversiones en nuevas fuentes de abastecimiento y el consecuente

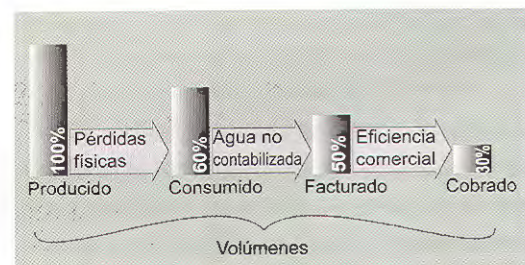


Figura 7. Esquema gráfico de la eficiencia global media con la que actualmente se opera¹⁰.

⁸ y ⁹ Compendio Básico del Agua en México. Gerencia de Planeación Hidráulica, SGP, CNA, 1999.

¹⁰ Movimiento Ciudadano por el Agua (2000).

costo que representa el conducir el agua desde puntos cada vez más lejanos. Lo expresado no impide mantener la visión de mediano y largo plazos para el estudio de fuentes futuras, no sólo al nivel de identificación, sino como una auténtica evaluación de alternativas dentro de una planeación integral de los sistemas.

La necesidad de optimar el manejo del agua debe partir de la eliminación de subsidios malentendidos y el establecimiento de tarifas que respondan al costo real de prestación del servicio, evitando acciones populistas. Las tarifas para uso doméstico deben establecerse bajo criterios socioeconómicos, técnicos y financieros; sin embargo, la falta de una tarifa real, que cuando menos cubra los costos de operación y mantenimiento, hace que la viabilidad del abastecimiento se vea seriamente comprometida.

En el mejor de los casos, conviene mencionar la incipiente cultura de pago, en donde la gente nunca cuestiona la obligación de pagar sus consumos de energía eléctrica y teléfono, pero aun se resiste en liquidar pequeñas cuentas por el suministro de agua, tal vez porque sabe que de cualquier forma contará con el servicio. En este sentido, existen 20 estados en los que la legislación vigente permite la suspensión del servicio de agua por falta de pago¹¹.

Por si no fuera suficiente con lo descrito, se debe puntualizar en la complejidad del tema al recordar que el volumen de agua disponible se ve notablemente reducido por la intensa contaminación de los cuerpos receptores, a causa del vertido de agua residual sin tratamiento alguno, y por el deterioro cada vez mayor en la calidad del agua de los acuíferos sobreexplotados.

Actualmente, el país cuenta con más de 1,000 plantas de tratamiento de aguas residuales de origen municipal, de las que se encuentran en operación un poco menos de 800, tratando un gasto conjunto de 46 m³/s, lo que aproximadamente equivale a un 23% de las aguas generadas por la población¹². Por lo que



FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON

respecta a la industria, el número de plantas en operación es mayor (1,367), aunque el gasto depurado es de 22 m³/s, lo que representa el 13% del agua residual generada¹³.

El mantenimiento de la infraestructura hidráulica es un tema que da mucho de qué hablar, pues es práctica común que la operación de los sistemas absorba la totalidad de los recursos a costa del mantenimiento preventivo. En el mejor de los casos, un organismo puede presumir de tener un programa de mantenimiento, aunque éste no responda a las necesidades propias del sistema. En general, el tema es comúnmente olvidado debido, en gran parte, a la supuesta escasez de recursos, que de haberlos, son destinados a la atención de asuntos urgentes, sin detenerse a meditar que de cualquier forma la infraestructura recibirá las reparaciones necesarias a costos mayores.

El país enfrenta un serio problema de envejecimiento de la infraestructura, lo que significa que su vida útil ha concluido o está por concluir. Para entender la magnitud del problema, basta con hacer una reflexión de lo que representa económicamente la rehabilitación o sustitución de la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento de nuestro país. Se estima que el valor de la infraestructura hidráulica existente tiene un monto aproximado a los 250 mil millones de pesos. Partiendo de una posición conservadora, bajo la hipótesis de una operación aceptable durante 50 años de vida útil, se obtiene un importe anual de reposición del orden de los \$ 5,000 millones, monto que pudiera resultar un tanto pesimista; lo cierto es que en el mejor de los casos, cualquier otra cifra por "cómoda" que parezca, representa recursos que es necesario considerar.

No puede negarse la urgente necesidad de saber cuánto tiempo se tiene para atender el problema sin llegar a situaciones críticas o de emergencia constante. Lo que obliga a los técnicos a replanteamientos de los esquemas tradicionales, pues la planeación integral de los sistemas se basan en un aprovechamiento pleno de la infraestructura existente.

¹¹ Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, a diciembre de 1999.

¹² Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento, Gerencia de Potabilización y Tratamiento, julio de 2000.

¹³ Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, a diciembre de 1999.

Una de las principales herramientas para obtener resultados eficientes en la administración de los recursos es precisamente la capacitación. Sin embargo, en la mayoría de los organismos, empresas e instituciones del país, no es vista como un instrumento de progreso sino como una erogación innecesaria, y hasta una obligación en materia legal. Lo cierto es que, si se imparte correctamente, la capacitación es una inversión que debe hacerse si se desea adaptarse rápidamente a los constantes cambios tecnológicos con estricto respeto por el ambiente natural.

Para que la capacitación sea continua, la organización debe detectar constantemente las necesidades que en este sentido presenta el personal, a través de la evaluación del desempeño. A partir de ello, se deberá definir los objetivos de un programa de capacitación y los criterios de evaluación de resultados; si el trabajador logra emplear los conocimientos adquiridos en su lugar de trabajo, entonces el programa logró sus objetivos.

Asimismo, las universidades públicas y privadas del país deberán apegarse muy estrechamente al constante cambio y al nuevo paradigma del valor económico del agua, involucrando a sus estudiantes en el manejo de los términos, algunos de ellos técnicos, propios de la disciplina en la que están inmersos, y muchos otros que el medio maneja como consecuencia de una visión integral del uso eficiente del agua, convirtiéndose en una tarea multidisciplinaria. No debe extrañar a nadie si escucha que el problema, más que técnico es una combinación de aspectos políticos y legales, gestión y regulación, planeación estratégica y financiamiento, por lo que es importante que el ingeniero "hidráulico" conozca y comprenda estos conceptos.

CONCLUSIONES

Las primeras civilizaciones se asentaban al lado de ríos o lagos; paulatinamente, las concentraciones humanas y los incrementos de consumos, han obligado a un cambio fundamental: es el agua la que ahora debe conducirse hasta los usuarios, otorgándole al líquido una nueva dimensión, la de bien económico.

Esta nueva dimensión ha significado que, en más de una ocasión, el desarrollo vaya más allá de donde debiera, agrediendo con ello al ambiente y, al mismo tiempo, comprometiendo la sostenibilidad del recurso. El respeto al medio natural aparece, por tanto, como el necesario freno a un desarrollo que, impulsado por una creciente demanda, no parece tener límite.

La administración de las últimas décadas apenas ha considerado al ambiente y al valor económico del recurso. Precios políticos, escaso control del consumo que conlleva uso ineficiente, falta de criterios de rentabilidad tanto en la autorización de nuevos usos como en la promoción de grandes obras hidráulicas, son hechos que evidencian que aún estamos muy lejos de considerar el agua como un bien económico. Ésa es nuestra cultura, totalmente opuesta a la que propugna una política de precios reales, advirtiendo que el agua en el siglo XXI no podrá administrarse ya como antaño.

En efecto, la aplicación de tarifas reales y el principio de quien contamina paga, conforman la mejor receta tanto para racionalizar el uso, como para evitar la degradación del medio receptor.


El agua ya no puede descansar de manera exclusiva sobre sus bases políticas ancestrales. Su gestión debe enmarcarse en un nuevo paradigma en el que la ingeniería tiene la responsabilidad de conciliar las acciones que demanda el bienestar humano y que exige el planeta. Así, los aspectos políticos y sociales deben ser compatibles con las dos nuevas ópticas, el respeto al ambiente y el nuevo concepto de bien económico del agua. En síntesis, el agua del siglo XXI demanda una nueva cultura, una visión más universal.

Agradezco nuevamente a la Asociación Mexicana de Hidráulica, el haberme honrado con un premio que, lejos de analizar el merecimiento propio, me impulsa a mejorar mi participación en una tarea que nos une y responsabiliza a todos los ciudadanos, conservando un recurso que necesitamos para la convivencia pacífica entre los humanos, y en armonía con la naturaleza. Gracias. ✽

FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON



Alternativas tecnológicas en saneamiento: Macrófitas flotantes y mamparas para optimizar lagunas



por José Colli Misset*
Elda Flores Contreras*
Cecilia Tomasini Ortiz*
Jorge Romero Amaro**

En comunidades pequeñas y rurales una de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales más utilizada es la laguna de maduración, también llamada de oxidación, pulimento o terciaria, la base de este sistema son las algas y se diseña para remover organismos patógenos provenientes de efluentes secundarios. La optimización de este método exige lograr altas eficiencias para conseguir la calidad bacteriológica requerida en el menor tiempo posible. El propósito de este artículo es presentar los resultados obtenidos en la remoción de la DBO algal, utilizando macrófitas flotantes en una laguna de maduración basada en un sistema mixto de algas y macrófitas flotantes, en la que se mejoró el flujo hidráulico a través de mamparas, logrando así una mayor eficiencia en la remoción de patógenos. Los resultados de dos años de investigación muestran que es factible reducir el área superficial y el volumen de una laguna de maduración, incrementando la remoción de patógenos y la DBO algal sin necesidad de construir nuevos sistemas o módulos adicionales.

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
**División de Estudios de Posgrado, UNAM



INTRODUCCIÓN

Para poblaciones rurales y pequeñas que cuenten con agua intradomiciliaria y que tengan disponibilidad de terreno, se han recomendado sistemas naturales de bajo costo para el tratamiento *in situ* de las aguas residuales. Este sistema es aplicable desde una casa habitación, hasta un conjunto de casas que estén agrupadas (Collí, 1997). Este tipo de tratamiento, al lograr remover los organismos patógenos a los niveles requeridos, permite el reúso del agua para riego de cultivos, jardines, producción de peces de ornato y comestibles.

Entre los sistemas que cumplen con esta función de manera natural, están las lagunas de maduración, oxidación, pulimento o terciarias, éstos sistemas, son basados en algas que favorecen (junto con la tempera-

GLOSARIO

Coliformes fecales: Son un grupo de bacterias que sirven como indicadoras de contaminación fecal y que están presentes en todos los animales de sangre caliente.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para descomponer la materia orgánica.

Lagunas facultativas: Son estanques someros con profundidades entre 1.5 y 2.5 m, que presentan una capa entre la aerobia o superficial que libera oxígeno y la subsuperficial o anaerobia, donde la materia orgánica sedimenta y se digiere en ausencia de oxígeno.

Lagunas de maduración: Son estanques someros de no más de 120 cm de profundidad, que reciben muy baja carga de materia orgánica que posibilita el crecimiento de algas en toda la columna de agua. El proceso de fotosíntesis de estas plantas produce oxígeno disuelto, oxidante de la materia orgánica, por esta razón, a estas lagunas se le denomina también "de oxidación". Se utilizan para desinfectar o pulir los efluentes provenientes de otros procesos de tratamiento que remueven previamente la materia orgánica. Generalmente ocupan el tercer sitio en un sistema lagunar, después de la laguna anaerobia y la facultativa, por lo que se denominan también "terciarias".

Macrófitas flotantes: Son plantas acuáticas flotantes que se utilizan para remover la materia orgánica del agua.

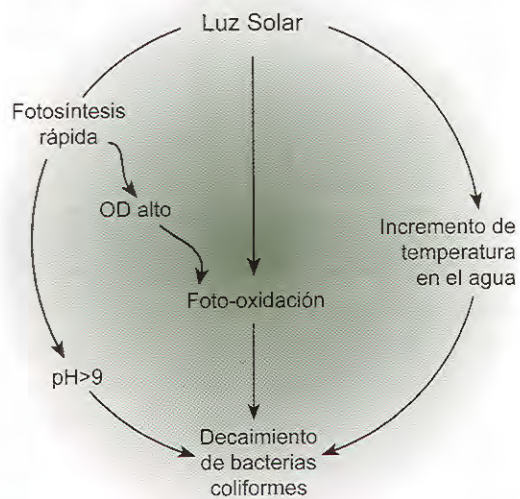
Patógenos: Son todos aquellos organismos como bacterias, protozoarios, helmintos y virus presentes en el agua y que pueden ocasionar enfermedades infecciosas al ser humano.

Potencial de óxido-reducción: Es una medición del flujo de electrones que ocurre en la pérdida o ganancia de los mismos en las reacciones químicas.

Tiempo de residencia hidráulico: Es el tiempo teórico que tarda el agua en estado líquido en recorrer la laguna desde que entra hasta que sale de ésta.

tura y la luz solar) la destrucción de organismos patógenos provenientes de efluentes secundarios (Collí *et al.*, 1994; Maynard *et al.*, 1999). En México, estos efluentes son generalmente los provenientes de lagunas facultativas que tratan aguas residuales de poblaciones pequeñas y de comunidades rurales. Sin embargo, en muchos casos el esquema tradicional de una planta de tratamiento mecánico-biológico que considera la desinfección química como el proceso final para remover bacterias patógenas, tiene una alternativa en la desinfección natural por medio de lagunas de maduración en aras de ahorrar energía y reactivos para hacer más sustentables estos procesos.

La remoción de patógenos representado por la remoción de organismos indicadores tales como los coliformes fecales o *Escherichia coli*, depende de la interacción de muchas variables, entre las más significativas, encontramos la temperatura, el pH, la luz solar, el oxígeno disuelto y el tiempo de residencia hidráulico (Maynard *et al.*, 1999; Pearson *et al.*, 1987). Von Sperling (1999) muestra como los factores anteriores, aunados a la carga hidráulica y la configuración física, reflejan las amplias variaciones de las constantes de mortalidad o decaimiento de coliformes fecales reportadas para lagunas facultativas y de maduración; encontrando que el modelo de flujo disperso parece predecir con mayor exactitud que el modelo de

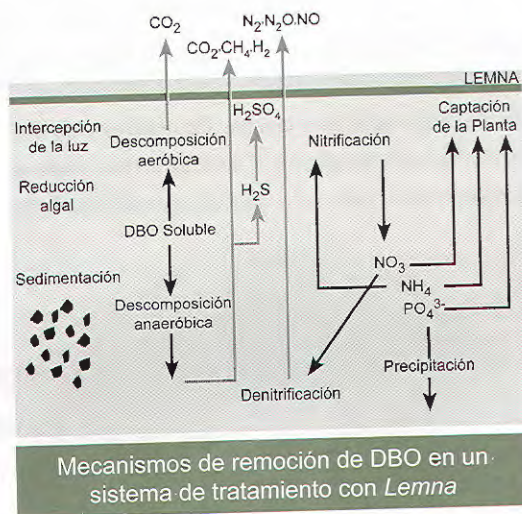


Mecanismo conceptual del decaimiento de coliformes fecales

mezcla completa, la tasa a la que mueren las bacterias patógenas al hombre.

Para optimizar estos sistemas es necesario lograr altas eficiencias en el menor tiempo posible, ya sea mediante la configuración de lagunas en serie, o con una sola laguna que tenga una relación largo-ancho más grande a través de la introducción de mamparas (Von Sperling, 1999) o incrementando la profundidad para mantener el tiempo de residencia hidráulico. Sin embargo, el estudio de Pearson *et al.*, (1996), mostró que el incremento en la profundidad de una laguna terciaria disminuyó la eficiencia de remoción de coliformes fecales cuando se utilizaron altas cargas orgánicas.

Una de las desventajas de los efluentes de las lagunas de maduración, es el incremento de la materia orgánica (medida como demanda bioquímica de oxígeno o DBO y sólidos suspendidos totales o SST), compuesta principalmente por materia algal.



Esto hace necesario la remoción de esta materia para evitar problemas de disminución del oxígeno disuelto o la eutroficación de los cuerpos receptores, ya que esto ocasiona la muerte de organismos acuáticos y la proliferación de malezas.

El uso de macrófitas flotantes como la *Lemna gibba*, conocida vulgarmente como lenteja de agua o chichi-

castle (en náhuatl), ha resultado ser una buena opción en el tratamiento biológico de efluentes, al hacerlos pasar de una laguna de maduración a través de una etapa de iluminación reducida (Van der Steen *et al.*, 1999). Con respecto a otras plantas acuáticas, la lenteja de agua tiene ventajas en términos de contenido de proteína (20 a 48% en base seca Oron *et al.*, 1986; Alaerts *et al.*, 1996), convirtiéndola en un valioso recurso forrajero para el ganado y los peces (Skillicorn *et al.*, 1993) o como abono verde.

Las tasas de remoción de DBO en sistemas con *Lemna* reportadas por Körner *et al.*, (1998) han sido mayores al 89%, y entre el 60 y el 80% de la carga de nitrógeno y fósforo (Alaerts *et al.*, 1996). Las tasas de crecimiento en base seca (TCBS) y el contenido de proteína de *Lemna gibba*, varían de acuerdo al tiempo de residencia hidráulico y a la concentración de materia orgánica y nutrientes del agua a tratar, Oron *et al.*, (1986).

Recientemente, Van der Steen *et al.*, (1999) estudiaron un sistema lagunar integrado, en donde se combinaran lagunas con lenteja de agua y lagunas con algas para obtener beneficio de sus respectivas ventajas. La calidad bacteriológica de salida, varió entre 100 y 10,000 coliformes fecales y las Kb obtenidas, variaron de 0.7 a 3.2, 4.0 a 5.0 y 1.4 d⁻¹ para cada una de las tres etapas.

El propósito de esta investigación, fue optimizar una laguna de maduración que recibe el efluente secundario de una planta de lodos activados con aireación intermitente para mejorar la eficiencia de remoción de coliformes fecales y de materia orgánica mediante el uso de mamparas y arreglos de celdas con algas y lenteja de agua.

DESARROLLO

Se realizaron estudios de determinación de constantes de mortalidad de coliformes fecales en flujo discontinuo y continuo; este último, se estudió considerando dos tipos de laguna: una con el sistema basado en



algas (laguna de maduración) y otra, con el sistema mixto de algas y lenteja de agua con mamparas.

Para el sistema mixto se varió en tres ocasiones la posición de la lenteja de agua, como puede apreciarse en la Fig. 1., los parámetros determinados fueron coliformes fecales y *Escherichia coli*. Además se monitorearon parámetros físicos y químicos con sondas multiparámetros para monitoreo desatendido en lagunas (pH, oxígeno disuelto, potencial de óxido-reducción y temperatura) y parámetros biológicos como clorofila, identificación de algas y medición de la tasa de crecimiento relativo o TCR.

Los estudios se realizaron en la laguna de estabilización del IMTA, ésta se mantuvo con 26 días de tiempo de residencia. Los sitios de muestreo se ubicaron en el influente y efluente de la laguna, la frecuencia de la toma de muestras se realizó durante 40 días en cada uno de los cuatro escenarios, cada 24 horas a mediodía en cada escenario una vez estabilizado el

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaerts G. J., Mahbubar R. M. and Keldermn P. (1996) *Performance analysis of a full-scale duckweed covered lagoon*. *Wat. Res.* 30(4), 843-852
- Colli-Misset J., Pearson H. D., Rico M. M., García O. J., Escalante E. V., Rivas H. A. e Iliev M. M., 1994, *Lagunas de Estabilización en Manual de Agua Potable y Alcantarillado Libro II Proyecto*, 3a. Sección Potabilización y Tratamiento. Tema 3 Tratamiento, IMTA, México, 163 pp.
- Colli-Misset J., 1997), *Paquetes Tecnológicos para el Tratamiento de Excretas y Aguas residuales en Comunidades Rurales*, en *Manual de Agua Potable y Alcantarillado Libro II Proyecto*, 3a. Sección Potabilización y Tratamiento, Tema 3.3 Saneamiento Rural, IMTA, México, 420 pp.
- Körner S., Lyatuu G. B. and Vermaat J. E., (1998). *The influence of Lemna gibba L., on the degradation of organic material in duckweed-covered domestic wastewater*. *Wat. Res.* 32(10), 3092-3098
- Maynard H. E., Ouki S. K. and Williams S. C., (1999). *Tertiary lagoons: A review of removal mechanisms and*

efluente después del cambio de cada escenario (60 días aproximadamente).

Se realizaron determinaciones de la tasa de crecimiento de *Lemna gibba* en flujo discontinuo y en flujo continuo. Para el estudio de tasas de crecimiento de *Lemna gibba* en la laguna con mamparas y arreglos alternados de lenteja de agua y algas, se utilizó malla sombra cerrada al 90%. Para conformar los carriles con las mamparas, se aplicó una relación largo-ancho de 8. Se conformaron un total de 17 carriles (9 celdas) con *Lemna gibba*. Se cosechó la planta cuando la cobertura alcanzaba los 700 g/m², para mantenerla en una densidad postcosecha de 400 g/m² (Oron *et al.*, 1988).

Las eficiencias de remoción de coliformes fecales en la laguna de maduración se ubicaron entre 0.8 y 3.3 unidades logarítmicas (83.6364 a 99.9474%), con una media geométrica de 600 como número más probable por 100 mL (NMP/100 mL) en el efluente, cumpliéndose el valor de 1,000 NMP/100mL fijado

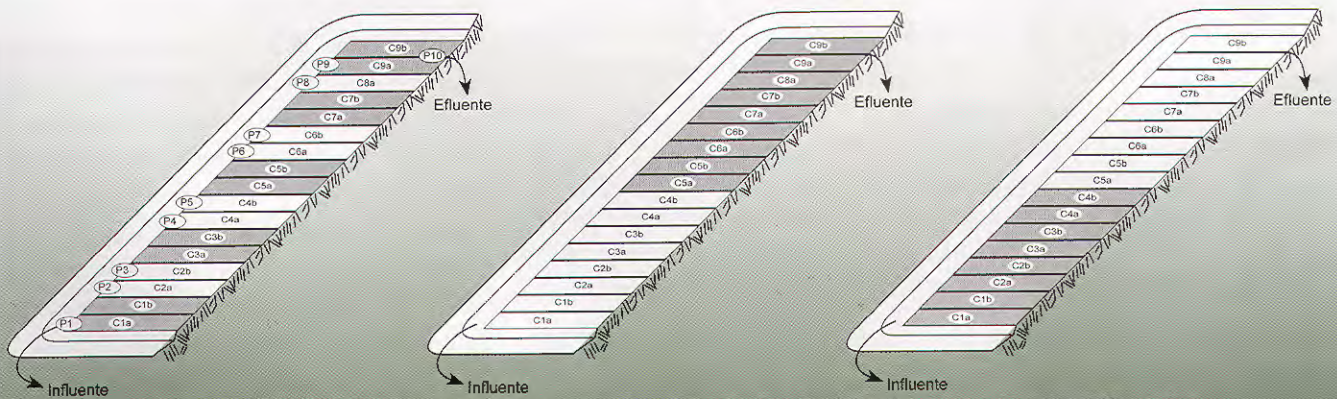


Figura 1. Ubicación de las celdas de *Lemna* (sombreadas) y de algas (en blanco) en tres diferentes escenarios del sistema mixto de algas y *Lemna* con mamparas.



por la norma mexicana, solamente en el 75% de los casos.

En cuanto al sistema mixto de *Lemna* y algas con mamparas, con el mismo tiempo de residencia hidráulico que la laguna de maduración, se obtuvieron eficiencias de remoción entre 148 y 175 % más altas, con valores entre 1.4 y 4.9 unidades logarítmicas (96.1905 a 99.9989 %) y promedio geométrico de 24 NMP/100 mL coliformes fecales, los cuales en ningún caso fueron mayores a 500 NMP/100 mL.

El límite máximo permisible de 1,000 coliformes fecales se obtuvo en el primer tercio del volumen de la laguna y en los dos tercios restantes se logró la remoción adicional, para cumplir con la norma mexicana de reúso de efluentes tratados para riego de áreas verdes con contacto humano directo (< 240 coliformes fecales NMP/100 mL).

La tasa media de crecimiento relativo de la lenteja media fue de 0.20 g/g-d, indicando una duplicación de la masa de *Lemna* en 4 días en este tipo de influente con escasez de nutrientes, logrando una cosecha

mínima de 2.1 ton/ha-d con un contenido de proteína del 23%.

La planta cosechada se utiliza para alimentar peces de ornato como la carpa roja y comestibles como la tilapia, mismos que se cultivan en estanques que reciben el agua de la laguna de maduración del IMTA.

CONCLUSIONES

El sistema mixto con tapetes alternados de *Lemna gibba* y algas con mamparas para mejorar la eficiencia hidráulica, resultó ser más eficiente en la remoción de coliformes fecales provenientes de un tratamiento

secundario que la laguna de maduración. Considerando las mismas condiciones de 26 días de tiempo de residencia hidráulico y con una profundidad de la laguna de 1.80 m, el sistema mixto solamente requirió de 9 días de tiempo de residencia hidráulico para cumplir con los límites máximos permisibles de 1,000 y 240 coliformes fecales NMP/100 mL, considerados aptos para el riego agrícola y de jardines con contacto humano directo, respectivamente; siendo las calidades bacteriológicas de entrada de entre cien mil y un millón de coliformes fecales. Esto hace factible la optimización de una laguna de maduración simple o en serie, incrementando la eficiencia de remoción de coliformes fecales a niveles que permitan cumplir cualquier condición de reúso agrícola o de riego de jardines, además de que se remueve la DBO algal a condiciones para descarga a cuerpos receptores sensibles destinados para el consumo humano o la protección de la vida acuática o para reúso agrícola o acuícola, obteniendo como subproducto una planta con alto valor proteínico, que puede ser utilizada como alimento de peces en esquemas que integran el tratamiento y el reúso de agua y subproductos. *

Oron G., Porath D. and Wildschut L. R. (1986) *Wastewater treatment and renovation by different duckweed species*. J. Environ. Engng ASCE 112(2), 247-261

Pearson H. W., Mara D. D., Mills S. W. and Smallman D. J. (1987) *Physico-chemical parameters influencing faecal bacterial survival in waste stabilization ponds*. Wat. Sci. Technol. 19(12), 145-152

Pearson H. W., Mara D. D., Cawley L. R., Arridge H. M., and Silva S. A. (1996) *The performance of an innovative tropical experimental waste stabilization pond system operating at high organic loadings*. Wat. Sci. Technol. 33(7), 63-73

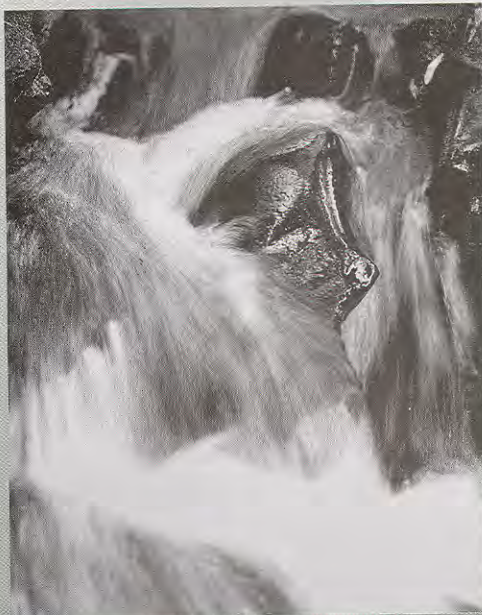
Skillicorm P., Spira W. and Journey W. (1993) *Duckweed acuaquaculture*. The World Bank, Washington D. C. Van Der Steen P., Brenner A., Van Buuren J and Oron G. (1999) *Post-treatment of UASB reactor effluent in an integrated duckweed and stabilization pond system*. Wat. Res. 33(3), 615-620

Von Sperling M. (1999). *Performance evaluation and mathematical modeling of coliform die-off in tropical and subtropical waste stabilization ponds*. Wat. Res. 33(6), 1435-1448

FELICITACIÓN

Lic. Cristóbal Jaime Jáquez

FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON



La Asociación Mexicana de Hidráulica felicita al licenciado Cristóbal Jaime Jáquez, por su nombramiento como director general de la Comisión Nacional del Agua y le augura el mejor de los éxitos.

n2oinfo

Es necesario diferenciar el concepto de "comunidad rural" a los de "pueblo" o "localidad"; éstos últimos, generalmente sólo hacen referencia a la distribución espacial de los asentamientos y a la figura legal para la tenencia de la tierra. La comunidad, en cambio, es un conjunto de relaciones sociales de colaboración que se establecen en un grupo social, mismas que tienen características particulares cuando se trata de comunidades rurales, ya que en éstas, se comparte una forma de vida que en muchas ocasiones es defendida de manera organizada ante los cambios del mundo exterior, y que puede incluir desde las prácticas productivas, la organización política comunitaria, el manejo de los recursos colectivos como el bosque o terrenos productivos, hasta aspectos culturales como la lengua o el sistema de cargos y festividades religiosas. Es por esto que ha sido ampliamente estudiada, desde las ciencias sociales, la relación que existe entre comunidades rurales y manejo de recursos naturales, como ocurre en las "comunidades de regantes".

Lagunas de estabilización: Tecnología apropiada para el desarrollo sustentable



por Gabriela Moeller Chávez*

En el siguiente texto se incluyen algunas reflexiones sobre el término desarrollo sustentable, definido desde una perspectiva ambiental, y su posible compatibilidad con las tecnologías apropiadas; se esboza un panorama del uso de las lagunas de estabilización en México, observando la posibilidad de considerarlas como una tecnología apropiada para el tratamiento de las aguas residuales en el medio rural; asimismo se mencionan las ventajas de ésta tecnología, contrastándola con las premisas básicas del



desarrollo sustentable. A continuación describimos el significado de los términos tecnología de punta y tecnología apropiada, y se presenta la experiencia mexicana en relación con el uso de éstos sistemas, analizando los problemas más frecuentemente encontrados en las lagunas construídas en el país. Para concluir se establece que los sistemas lagunares son una tecnología apropiada, que favorece el desarrollo sustentable, y por lo tanto, ambas expresiones son compatibles.

*Subcoordinadora de Tratamiento de Aguas Residuales, IMTA

INTRODUCCIÓN

Tanto un abastecimiento seguro del agua, como un saneamiento ambiental adecuado son imprescindibles para proteger el ambiente, mejorar las condiciones de salud de una población y contribuir al combate de la pobreza. Se estima que un 80% de todas las enfermedades y un tercio de la mortalidad de los habitantes de países en desarrollo son causados por el consumo de agua contaminada. A la fecha, una de cada tres personas de los países en vías de desarrollo aún carecen de estos satisfactores. Además, las excretas humanas y las aguas residuales son causas importantes del deterioro de la calidad del agua, sobre todo en el medio rural. Tal como la introducción de tecnologías disponibles y apropiadas para el tratamiento de las aguas residuales, y su reúso tanto en agricultura como en acuicultura, contribuyen sustancialmente a la solución de éstos problemas. (Agenda 21, 1992).

DESARROLLO SUSTENTABLE

A finales de la década de los ochenta, ulteriormente a la publicación del reporte Brundtland, *Nuestro futuro común* en 1987, el término *Desarrollo Sustentable* surge como una premisa a la que toda sociedad debiera aspirar, considerado como un estado ideal y de equilibrio a alcanzar. Definiéndose como: "...el proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y la evolución institucional se hallan en plena armonía y promueven el potencial actual y futuro para atender las aspiraciones y necesidades humanas".

Dicho concepto es usado en un sinnúmero de disciplinas a nivel mundial, poniéndose de moda, aunque si se repasa en su significado, se hace evidente de que éste aún es abstracto y consta de múltiples percepciones. Desde un punto de vista ambiental, el desarrollo sustentable se entiende como: "...aqueel desarrollo que no degrada el medio ambiente, es económicamente viable, técnicamente apropiado y socialmente aceptado".

Sin embargo, de acuerdo con lo que la experiencia demuestra, el término de sostenibilidad postula la compatibilidad y plantea la convergencia entre los objetivos económicos, sociales y ambientales (Carabias, 1999).

Traducir la filosofía básica y recomendaciones de este reporte a enfoques prácticos y operativos, aplicables al desarrollo rural y al manejo del agua, en un futuro inmediato, no es sencillo. Al respecto la Agenda 21, en sus recomendaciones para apoyar el desarrollo rural y un manejo sostenible del recurso, se refiere al tratamiento de las aguas residuales mediante tecnologías apropiadas y sustentable como una de las opciones prioritarias.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de las aguas residuales persigue los objetivos directamente relacionados con: la salud humana y el bienestar de la comunidad, los relativos a lograr la conservación y la estética del medio ambiente, así como los que persiguen el reciclamiento o reúso del agua tratada. Hoy en día, existen una multitud de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, se desarrollan y surgen continuamente tecnologías innovadoras para este fin, sin embargo, la combinación de procesos unitarios, ensayados y aprobados siguen prefiriéndose en su mayoría, hasta que las nuevas tecnologías no demuestren su madurez, superioridad, eficiencia, viabilidad económica y aceptación social.

La noción de tratamiento puede clasificarse tomando en cuenta: la complejidad de la tecnología seleccionada, el grado de purificación deseado, el tipo de contaminante o contaminantes a remover, y los métodos básicos utilizados por diversas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales. Pero, ¿qué significa el concepto de tecnologías apropiadas?

Al describir una tecnología como "apropiada" o "sencilla", se le asocia, a menudo, con los países tercermundistas, con una idea de "menor categoría", mientras que al hablar de una "tecnología avanzada" o

de "punta", se les asocia con los países desarrollados, y lamentablemente, suelen tener "cierto encanto", que las vuelve deseables, independientemente de si son o no adecuadas para adoptarse en países en proceso de desarrollo. (Moeller, 1995). Esta situación queda demostrada en la experiencia de América Latina.

Los métodos y tecnologías básicas de tratamiento pueden dividirse en dos grandes grupos: los de tecnología sencilla o apropiada y los de sofisticada o alta tecnología. Sin embargo, el hecho de denominarse sencillos, no implica que sean de baja eficiencia, significa, antes bien, que dichos sistemas de tratamiento presentan bajos consumos de energía y utilizan tecnologías sencillas para las fases constructivas y operativas; además de disponer de sistemas basados en transformaciones naturales, como son: las lagunas de estabilización, algunos sistemas de infiltración en suelos, y recientemente el uso de sistemas acuáticos y vegetales en los denominados Humedales (Wetlands).

El concepto de "alta tecnología" representa condiciones opuestas, por ser los sistemas de tratamiento complicados en sus materiales de construcción, equipos y controles, e implicar mayores costos tanto en la elaboración, en su operación, como en la gran mayoría de sus componentes. Existen varias clases de conceptos de alta tecnología, unos basados en esquemas mecánicos y biológicos, otros en esquemas mecánicos y químicos, o en su caso, en la combinación de los tres elementos mencionados. Otra característica distintiva de estos sistemas es que requieren de operadores altamente capacitados.

LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Consisten en sistemas naturales de tratamiento para desechos, conformados por estanques abiertos en el terreno, generalmente de forma rectangular, que están diseñados específicamente para, a partir de procesos naturales como son los tiempos de retención elevados, tratar los diversos residuos. Las lagunas de estabilización son el método más económico para tratar aguas residuales, si se instalan en sitios donde los costos

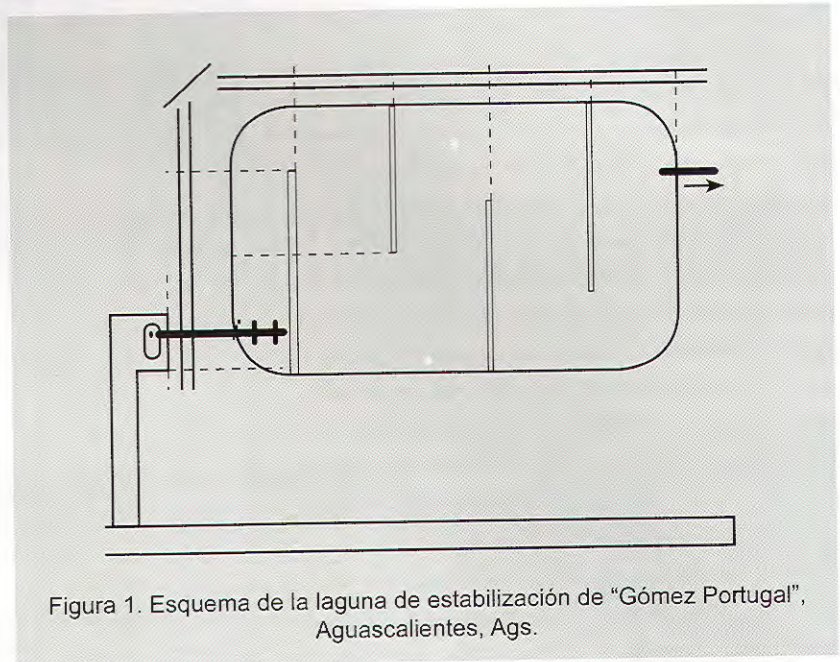


Figura 1. Esquema de la laguna de estabilización de "Gómez Portugal", Aguascalientes, Ags.

de terreno sean relativamente bajos. (Mara, 1998). Los procesos naturales de purificación que tienen lugar en éstos sistemas, suceden a partir de la actividad de las algas y bacterias presentes en el agua, descrita en términos de una relación mutualista. El método pese a ser relativamente simple, y de no requerir de operadores especializados, a diferencia de otros sistemas, produce una calidad de efluente, lo suficientemente buena como para permitir su aplicación a varios fines, tal es el caso del reúso en agricultura y acuicultura, utilidad que vuelve a este procedimiento especialmente apto para el medio rural.

No obstante, cuando se hace referencia a estos procesos, como simples de operar, esto no implica que los procesos microbiológicos y bioquímicos involucrados también los sean, antes bien son altamente complejos. Por esta razón se vuelve importante comprenderlos, para facilitar y propiciar su manejo.

Los tres principales procesos físicos, químicos y biológicos que se efectúan en una laguna de estabilización son los siguientes (Arthur, 1983):

- a) Sedimentación primaria
- b) Biodegradación de compuestos orgánicos

(aeróbica o anaeróticamente)

- c) Diversos efectos en función del tipo de reservorio (forma, capacidad de dilución y amortiguamiento de cargas pico, tanto orgánicas como hidráulicas).

Estos sistemas de tratamiento han sido utilizados desde hace más de un siglo, aunque su uso bajo criterios científicos de diseño, se reporte apenas hasta la década de los cuarenta. A partir de los años setenta estos sistemas han sido utilizados en más de 38 países de los cinco continentes. Aplicándose en Estados Unidos, México, al centro y sur de América, por lo que al continente americano respecta (4th International Conference on Stabilisation Ponds, Marrakech, 1999). Muchos tipos diferentes de sistemas lagunares se han diseñado y desarrollado con éxito desde entonces, ya que conforme avanza la comprensión y conocimiento de los fenómenos propios de estos procesos, se posibilita la obtención de efluentes con una calidad adecuada para satisfacer diferentes propósitos. Estas prácticas son apropiadas para el tratamiento de aguas residuales municipales, de desechos industriales y de lodos, como también para el pulimento de efluentes, entre otros.

Las lagunas de estabilización son la alternativa técnica más adecuada y económica, por no contar con restricciones de terreno, como sucede en el medio rural, aparte de no requerir desinfección química del efluente, en contraste con las tecnologías tradicionales para el tratamiento de las aguas residuales (OMS, 1989).

La tabla 1 presenta costos y requerimientos de terreno para las lagunas de estabilización comparados con los de otros sistemas de tratamiento.

Tabla 1. Costos de tratamiento y requerimientos de terreno para las lagunas de estabilización comparadas con otros sistemas de tratamiento*

COSTOS (millones/dólares)	LAGUNAS	LAGUNAS AEREADAS	ZANJAS DE OXIDACIÓN	FILTROS BIOLÓGICOS
capital	5.68	6.98	4.80	7.77
operación	0.21	1.28	1.49	0.86
terreno (ha.)	46	50	20	25

*Para una población de 250,000 habitantes y 120 l/d/hab. Fuente: Mara 1998

REFERENCIAS

- Arthur, J.P. (1983). Notes on the Design and Operation of Waste Stabilization Ponds on Warm Climates of Developing Countries. World Bank Technical Paper Nr 7.
- Carabias Lilo, Julia. (1999). "La Importancia del Saneamiento del Agua. El Caso de México". En: Federalismo y Desarrollo. Año 12, No. 65.
- Comisión Nacional del Agua (CNA) Gerencia de Potabilización y Tratamiento (1999). Inventario nacional de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.
- Escalante V.; Moeller G.; Rivas A. (1999). Pond Evaluation and Upgrading in Mexico. 4th IAWQ Specialist Conference on Waste Stabilisation Ponds: Technology and the Environment. Marrakech.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1994). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Libro II, Proyecto, 3a. Sección Potabilización y Tratamiento, Tema: Tratamiento, Subtema: Lagunas de Estabilización en México.
- Jimenez B., Ramos J. et al. (1996). Manual de diseño de lagunas de estabilización. Instituto de Ingeniería, UNAM, elaborado para la CNA.
- Mara, D. & Cairncross S. (1989). Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture. WHO-UNEP. Geneva.
- Mara, D & Pearson, H.W. (1998) Design manual for waste stabilization ponds in mediterranean countries. Lagoon Technology International. Leeds. England.

La infraestructura existente y en operación para el tratamiento de las aguas residuales municipales a nivel nacional, reportada hasta diciembre de 1999, es de 777 plantas y con un gasto tratado de 42,397 l/s (CNA, 1999). Esta infraestructura trata aproximadamente el 35% de las aguas residuales que se generan a nivel municipal. Las lagunas de estabilización ocupan un papel preponderante, con un total de 410 sistemas lagunares en operación distribuidos en el territorio nacional, que a su vez tratan un caudal de 19,644 l/s; algunos de estos sistemas requieren rehabilitación. Es de subrayar que una gran parte de los sistemas en proyecto o en proceso de construcción, son también lagunas de estabilización, es por eso la importancia del estudio y comprensión de los fenómenos en que consisten.

El inicio del estudio formal de las lagunas de estabilización en México data de 1968, cuando en los cursos a nivel especialidad se incluía el estudio del fitoplancton y el establecimiento de criterios de diseño de lagunas experimentales, basados en las teorías de Gloyna y Marais (op cit. Ramos, 1998). Una gran cantidad de sistemas lagunares se localiza en los estados de Aguascalientes, Tlaxcala, Durango, Baja California Sur, Sinaloa, Sonora, Colima y México. Las lagunas con mayor capacidad de tratamiento se encuentran a su vez en los estados de Coahuila, Durango, Baja California, Tabasco, Tamaulipas, Guanajuato y Jalisco.

Las experiencias y actividades relacionadas con el tema desarrolladas en México durante la última década, son diversas, y han estado a cargo de varias instituciones tanto del sector público (CNA, IMTA), educativo (UNAM y universidades de provincia), como del sector privado; en las cuales se han abordado con amplitud los aspectos y criterios referentes: al diseño físico, los aspectos geotécnicos, de evaluación, operación y mantenimiento, la calidad de los efluentes producidos (descarga y reúso), la capacitación y entrenamiento, además de las actividades de investigación referentes a los procesos físicos, químicos, matemáticos, hidráulicos y bioquímicos que intervienen en el proceso. (IMTA, 1994; Jiménez et al., 1996).

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, organismo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), ha participado en los últimos diez años con diversas actividades relacionadas al uso de la tecnología de lagunas de estabilización. Ha organizado y ofrecido cursos internacionales sobre el diseño, operación y mantenimiento de estos sistemas, realizando evaluaciones de los que se encuentran funcionando en varias partes de la República, elaborando manuales de diseño, evaluación y guías prácticas, y programas para el diseño de lagunas, además de haber trabajado en la determinación de las constantes cinéticas regionales para su diseño (Escalante, 1999; Moeller, 1999).

Entre los problemas que más comúnmente se han encontrado en los sistemas existentes están: sobrecarga de los sistemas; falta de mantenimiento de las instalaciones; deficiente operación por escasez de operadores adecuadamente capacitados; falta de presupuesto para las labores de operación y mantenimiento; pocas o nulas actividades de monitoreo de la calidad de los efluentes; la existencia de sistemas diseñados con criterios inadecuados (como es con base a la remoción de materia orgánica); e inconvenientes geotécnicos. Estas complicaciones pueden ser resueltas mediante estrategias coordinadas, que aborden para su tratamiento específicamente cada una de las situaciones enunciadas.



Moeller, G. (1995). Avances en el tratamiento de las aguas residuales. Ponencia Magistral. XIX Congreso Centroamericano de Ing. Sanitaria y Ambiental. AIDIS. Costa Rica.

Moeller G.; Escalante V.; Rivas A. (1999). Training, Evaluation and Monitoring of Wastewater Treatment Plants. 4th IAWQ Specialist Conference on Waste Stabilisation Ponds: Technology and the Environment. Marrakech.

Organización Mundial de la Salud (1989). Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Informe Técnico No.778. OMS. Ginebra, 1989.

United Nations Conference on Environmental & Development (UNCED) (1992) Preparatory Committee for Agenda 21 Rio de Janeiro, Brasil.

Ramos Hernández J.G. (1998). Comparación de los requerimientos de área al aplicar los métodos de diseño para lagunas de estabilización. Tesis para obtener el grado de maestra en ingeniería ambiental. DEPEI, UNAM.

World Commission on Environment & Development (1987). Our Common Future. Oxford University Press.

REFLEXIONES FINALES

Con un diseño correcto, una adecuada operación y mantenimiento, los efluentes que se generan por el tratamiento de aguas residuales, en las lagunas de estabilización, cumplen adecuadamente con las características de calidad para descarga a cuerpo receptor, y/o para reúso, tanto para agricultura como acuicultura, sin desequilibrar el medio ambiente. Remueven a niveles seguros la materia orgánica y los patógenos.

Por todos los motivos expuestos este sistema de tratamiento se considera una tecnología apropiada y robusta, acorde con el concepto de desarrollo sustentable. Recomendable no sólo para países en vías de desarrollo, en sus medios rurales y urbanos, sino también para aquellos que cuentan con un alto nivel de desarrollo, como lo ha demostrado en diversas ocasiones su aplicación para el último caso.

Por otra parte, una significativa lección que nos enseña la naturaleza, es la importancia de esforzarse para cerrar el ciclo del agua, y con ello, propiciar el consecuente reciclamiento de los elementos que se involucran, para lo cual es esencial cubrir el uso neto de este elemento, mediante un abastecimiento adecuado en cantidad y calidad, y un tratamiento suficiente, y por consiguiente su necesario reciclamiento.

Las lagunas de estabilización como sistemas de tratamiento, cumplen satisfactoriamente con los aspectos señalados, por lo tanto éstas pueden ser consideradas como tecnologías apropiadas que propician el desarrollo sustentable. *

RECONOCIMIENTO A LEONOR PINTADO CORTINA

La Asociación Mexicana de Hidráulica, hace un reconocimiento a su participación como coordinadora editorial de la revista *Tlálloc:AMH*, de septiembre de 1999 a septiembre de 2000.

Con su dedicación fue posible transformarla en forma y fondo.

Los límites físicos

por Ricardo Becerra Laguna*

del desarrollo mexicano



FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON

La viabilidad material de México se encuentra amenazada por un conjunto de problemas. Algunos nuevos, provocados por la marcha de su modernidad, y otros derivados de la acumulación y la amplificación de las dificultades más viejas, los que nunca ha podido resolver. Ninguno de esos conflictos fue discutido seriamente antes, durante o después de la campaña electoral, ni por los partidos, ni por los candidatos, ni por el nuevo gobierno, a pesar de constituir los verdaderos límites a la sobrevivencia de la sociedad mexicana en las próximas dos décadas.

El problema más grave, es también el más antiguo: la pobreza y la desigualdad, el gigantesco atraso nacional en términos del bienestar, que amenaza y ensombrece todos los demás aspectos. El Panorama Social de América Latina 1999-2000, de la CEPAL, y los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1998, del INEGI, nos vuelven a mostrar el

retrato de una sociedad polarizada y dividida. Asomémonos a sus datos: a pesar de que entre 1996 y 1998, 3.3 millones de mexicanos salieron de la pobreza extrema, quedan, todavía, en esa condición 26 millones de personas.

Como pobreza extrema nos referimos a una población que tiene tres o más necesidades básicas insatisfechas. Tal es el representativo caso, de la familia que no puede mantener a su hijo en la escuela, que carece de agua potable, además de habitar una vivienda construida con material precario. En esa condición se cuenta a más de la cuarta parte de la población, agrupada en 3.7 millones de familias que no disponen de los \$1,900 mensuales mínimos para solventar sus necesidades de alimentación.

Se calculan 26 millones de personas, cuya existencia es sinónimo de desnutrición, ignorancia, enfermedades, ausencia de oportunidades y muerte temprana.

*Economista, miembro de Consultiva, S.A. de C.V.

Una cuarta parte de la sociedad que se anuncia episódicamente, en forma de catástrofe o de violencia. Literalmente, conforman un archipiélago social paralelo, viven y están aquí, pero resultan un mundo absolutamente ajeno para nuestras elites, nuestra prensa y nuestros líderes políticos.

Pero la anomalía de la sociedad mexicana no sólo se llama pobreza extrema, es también y sobre todo: desigualdad. Durante los años 1997 y 1998, la población más pobre del país siguió perdiendo participación en el ingreso; la última fotografía sobre la distribución del ingreso demuestra que el grupo más pobre de la población mexicana participó apenas con el 1.5 % de la riqueza total, esto es, 2.2 millones de familias se quedan con este porcentaje del ingreso total. Y por el contrario, los 2.2 millones de hogares más ricos tienen el 38.1% de la riqueza.

Veámoslo de otro modo, el 40% de la población más pobre del país durante los últimos 14 años se empobreció aún más, del 13% de la riqueza que poseían en 1984, en el año 1998 disminuyó a un 12.4%.

El ingreso promedio de los hogares más ricos, ubicados en el decil más alto, ronda los 64 mil pesos al mes; el de los más pobres 1,460, constituyendo una diferencia que se multiplica por 44.

Esa es la desigualdad de México: ¿podrá esta sociedad dividida y contrastante, vivir en los próximos años sin estallidos y sin violencia?

Según Nora Lustig, si México lograra mantener un crecimiento poblacional del 2% anual, nos tomaría seis décadas eliminar la pobreza extrema; si pudiéramos crecer a 3% per cápita al año, ritmo de crecimiento que no es posible sostener desde hace veinte años, la desaparición de la pobreza nos llevaría entonces cuatro décadas.

Aunque lo más grave, es que no parece existir aún conciencia de la seriedad de esta situación y del riesgo nacional que conlleva. Escasamente se hizo referen-

cia a los datos mencionados, en el caos de la campaña presidencial, la pobreza no apareció como objeto de propuestas serias, así como no se escuchó ninguna mención a la especificidad de la problemática por parte del nuevo gobierno.

México no parece estar dispuesto a un esfuerzo de cooperación que genere diversidad de recursos e iniciativas, públicos, privados y sociales, en contra del más grave y viejo problema.

Así las cosas, la urgencia mexicana de los últimos años se resume en una sola palabra: crecimiento. Sin crecimiento no habrá producción ni empleos, y sin estos últimos no habrá nada más. El reto nacional de largo plazo es lograr un nivel razonable de crecimiento, pero sobre todo, que sea duradero, que no se vea abruptamente interrumpido por las devastadoras crisis que cada seis años echan a perder el esfuerzo del lustro precedente.

RAMO	Mils. DE DÓLARES	PORCENTAJE
Electricidad	4,000	13.3
Petróleo	13,000	43.3
Gas natural	400	1.3
Agua	1,800	6.0
Carreteras	2,000	6.7
Telecomunicaciones	2,200	7.3
Protección ambiental	500	1.7
Otros	6,100	20.3
Total	30,000	100.0

Fuente: CCE, World Economic Forum, 2000.

Inversiones requeridas en infraestructura.

La inversión y el financiamiento del desarrollo constituyen la principal condición. Según el Consejo Coordinador Empresarial en los próximos seis años deberán invertirse 180 mil millones de dólares -algo más que el total de la deuda externa actual-, en la manutención, ampliación o construcción de ese piso esencial de la modernidad material mexicana.

El problema es dónde conseguir el dinero para esas inversiones masivas. Son tres las opciones: del crédito

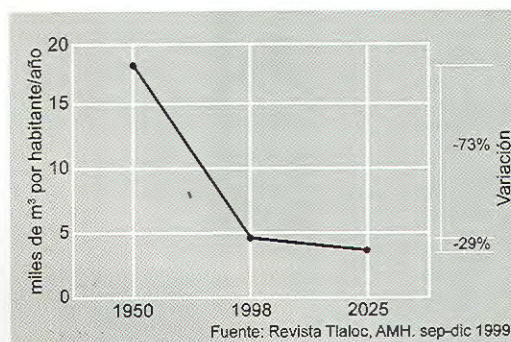
externo, es decir, a costa de contraer una mayor deuda; de la capacidad de exportación del país; y/o de la inversión extranjera directa, vía la privatización o contratos y asociaciones productivas. Aunque el debate económico mexicano se ha ideologizado hasta el extremo, parece que no se trata de decidir entre varias alternativas, como si sobraran recursos y bastara dar al mundo una buena señal; la realidad es mucho más cruda: México deberá buscar desesperadamente entre todas las opciones posibles, los recursos necesarios -privados y públicos, nacionales y extranjeros- simplemente para poder seguir en marcha.

Si en la década de los ochenta se hicieron claros los límites económicos del país y de su modelo de desarrollo, a la vuelta del siglo XXI, ya están a la vista los límites físicos de la sociedad mexicana.

En primer lugar está el agotamiento de los mantos acuíferos del país. Al ritmo de la demanda urbana y agrícola de los últimos años, de continuar las tendencias de consumo sin modificarse, y sin llegar las grandes inversiones que se necesitan, entonces en diez años, en vastas zonas del país, dueñas del 60% del PIB, se vivirá una escasez crítica de agua.

En este renglón, como en materia de energía eléctrica, hemos llegado a límites muy peligrosos. Guillermo Guerrero Villalobos, director general de la Comisión Nacional del Agua (CNA), lo expuso así a principios de este mes: "México enfrenta perspectivas muy preocupantes en el uso sustentable del agua; hoy en día, cada habitante dispone de 4,900 metros cúbicos por año; en el año 2025 dispondrá de 3,500 metros cúbicos. Para los estándares técnicos eso significa que el nuestro es un país que ha dejado de ser rico en el recurso para ser catalogado ya como uno con baja disponibilidad de agua".

Como siempre la escasez afecta a los más pobres, según el Banco Mundial, todos los sectores de altos ingresos contaban con servicio de agua potable; pero el 50% de los más pobres, es decir, más de once millones de personas, carece de ese servicio.



Tendencia en la disponibilidad del agua en México

Es un problema estratégico, en el largo plazo, acaso sea más importante que el régimen cambiario o los tratados de libre comercio. Insisto, estamos hablando ya no de una frontera económica, sino de uno de los límites físicos del desarrollo mexicano.

Algo parecido ocurre en el campo de la energía. Las fuentes hidroeléctricas están agotadas en lo fundamental, y en algún momento de los años treinta del siglo XXI el petróleo mexicano empezará a escasear: ¿qué fuentes abastecerán entonces la demanda creciente de energía? Las alternativas a la vista son, nuevamente de actualización tecnológica y fuertes exigencias de inversión; a el desarrollo de la energía nuclear, con los costos políticos y los riesgos que puedan derivarse, asimismo la adaptación masiva de nuevos conductores a lo largo de la red de transmisión, y la búsqueda fuera de las fronteras nacionales, del abasto requerido.

A pesar que la demanda por electricidad crece 6% anual, la capacidad instalada de 1999 fue sólo 10% superior a la de 1994.

La avalancha humana de su crecimiento demográfico está poniendo en cuestión prácticamente todos los logros estructurales que tres décadas de desarrollo económico habían logrado; imponen al país una obligación que no vamos a poder cubrir si seguimos con el disimulo o la ignorancia sobre esos temas.

En el caso del agua, la desigualdad en el acceso al recurso, el descenso de su disponibilidad neta, su



escasez en las zonas más productivas, la abundancia en el sur que se manifiesta como desastres e inundaciones periódicas, la contaminación de los mantos, ríos y lagos; hacen de este asunto uno de los más complejos de la agenda del desarrollo mexicano. No hay escapatoria; disciplina ciudadana, encarecimiento radical del líquido y sobre todo, una amplia inversión para buscar nuevas fuentes y obtener la tecnología de reciclaje.

En el caso de la energía, el dinamismo de los sectores industriales que operan sobre un uso intensivo de electricidad, junto con el crecimiento de la población imponen una generación adicional de 6% al año, es decir, en seis

años 13 mil MW, lo que representa una tercera parte de la capacidad que se construyó en México en el siglo XX. Para lograrlo, se requerirá invertir una cuarta parte de lo que se invirtió en los últimos cien años.

De esa proporción son los problemas. Se trata de urgencias impostergables, o mejor dicho, de urgencias que llevan décadas aplazándose por falta de recursos, por decisiones políticas o por simple y llana miopía de partidos y gobernantes. No deja de ser alucinante la indiferencia pública, la omisión de esas realidades que están todos los días y con desmesuradas dimensiones, frente a nosotros.

Es necesario exigir definiciones al nuevo gobierno sobre esos problemas nodales de la sociedad mexicana: pobreza, agua y energía. La gran transformación económica, nuestro intencionado viaje a la globalización, las elecciones creíbles y la nueva vida democrática, no han estado acompañadas de proyectos cohesivos, prometedores, y en esa omisión se está jugando la suerte del país.

El problema es que la política mexicana ha estado ensimismada en sus temas, es decir, en los asuntos que desvelan a la elite en sus pequeñas disputas. Mientras tanto los rezagos se cristalizan y se expanden, amenazando todo lo demás. Más temprano ó más tarde la realidad nos cobrará la cuenta. ✽



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

DATOS PERSONALES

Apellido paterno, materno, nombre(s)		R:F:C:	Sexo
Domicilio		Número	
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

Captación de agua de lluvia para consumo humano en comunidades oaxaqueñas



por Julián Rubén Ríos Angeles*

En el presente documento se exponen las experiencias del “Programa de Construcción de Obras de Captación de Agua de Lluvia para Consumo Humano”, efectuadas en las comunidades rurales con menos de 2,500 habitantes, del estado de Oaxaca, México; poblaciones en las que se identificó la siguiente problemática: inexistencia o lejanía de fuentes de abastecimiento de agua; dispersión de vivienda reflejada en su población; fuentes de abastecimiento situadas en jurisdicciones ajenas entre comunidades, localización que implica problemas sociales en su aprovechamiento.

*Gerente Regional Pacífico Sur, CNA



INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, Oaxaca ocupa el segundo lugar en subdesarrollo e índice de marginalidad. En 1995, el estado contaba con una población de 3'228,895 habitantes, y una tasa de crecimiento anual del 2.3%. Del total de habitantes, 1'824,408 vivían en 9,763 comunidades, con menos de 2,500 habitantes, ocupando 570 municipios. La mayor concentración de localidades se ubica en las regiones: Mixteca con 1,962, Costa con 1,626, y Sierra Sur con 1,414 asentamientos. En materia de agua potable, en 1995 las coberturas eran del orden del 40%, mientras que las de alcantarillado constituían un 28%, destacando la existencia de 46,225 sanitarios ecológicos registrados.

A partir de junio de 1997 la Gerencia Regional Pacífico Sur de la Comisión Nacional del Agua (CNA), implementó el "Programa de Construcción de Obras de Captación de Agua de Lluvia para Consumo Humano", en las localidades rurales de las Regiones de los Valles Centrales y de La Mixteca en el estado de Oaxaca. El programa se inició de manera preliminar en las localidades de El Carmen y La Cañada en el municipio de Santa Inés del Monte, y en La Reforma, en el municipio de Santa Inés de Zaragoza.

Los principios que justificaron la puesta en marcha de este programa se basaron fundamentalmente en la siguiente problemática: a).- La inexistencia de fuentes de abastecimiento de agua; b).- La dispersión poblacional en términos de vivienda, que vuelve incosteable el establecimiento de sistemas convencionales de abastecimiento de agua; c).- La ubicación de las fuentes de captación, que por encontrarse alejadas y a un nivel topográfico inferior con respecto a las viviendas, resultan incosteables en términos económicos; d).- La localización de las fuentes de abastecimiento en jurisdicciones ajenas, entre particulares y/o localidades, como motivo de problemas sociales y políticos.

En respuesta a la problemática señalada, se diseñó este programa con el propósito de ofrecer alternativas de abastecimiento de agua, que mitiguen, durante las



épocas de escasez, las necesidades de este vital líquido, especialmente en los municipios de las regiones de la Mixteca y Valles Centrales, en los cuales la captación de agua de lluvia en algunos periodos del año representa una opción viable. El programa consiste en la realización de obras de bajo costo, cuyo principal componente es la aportación de recursos institucionales, complementada con la de los beneficiarios; estos últimos contribuyen durante el proceso de construcción con recursos financieros, mano de obra y materiales de la región; sistema que favorece la elevación de las coberturas de este servicio básico en el medio rural.

REGIÓN	OCUPACIÓN PRINCIPAL	MARGINALIDAD	OBSERVACIONES
I Valles centrales	cultivo de maíz, frijol, flores, legumbres aguacate.	muy alta y media	localidades menores a 500 habitantes
II Mixteca	cultivo de maíz, frijol, trigo, palma, alpiste	muy alta y alta	localidades menores a 1,500 habitantes

Fuente: INEGI, "Encuestas Socioeconómicas, México, 1997".

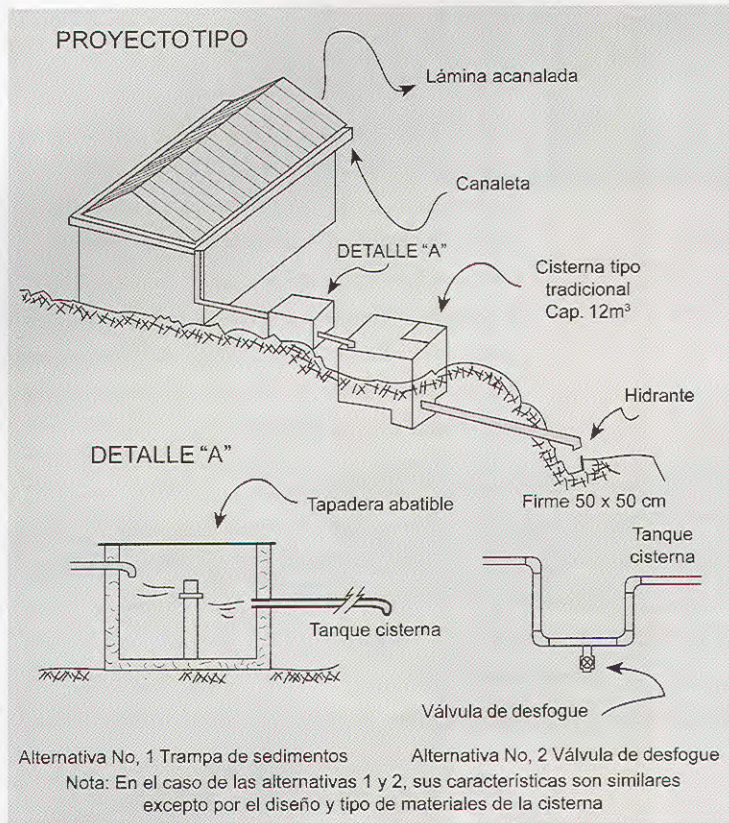
DESCRIPCIÓN DE LA OBRA DE CAPTACIÓN

La obra de captación consiste en un tanque de almacenamiento de 9m³ de capacidad, que se sitúa a un costado de las viviendas, en las cuales su techado funciona como área de captación del agua. El agua es conducida por canaletas de lámina galvanizada, para ser descargada en tuberías de PVC, hacia el tanque de almacenamiento, como se ilustra en las fotografías y en el croquis del proyecto. El costo estimado de la obra es de \$14,062.66

Para que la captación del agua de lluvia sea exitosa se requieren las siguientes características:

1).- El techo de la vivienda debe ser de superficie lisa y con la debida inclinación para facilitar el escurrimiento del agua de lluvia, como son los techados hechos con base a los siguientes materiales de construcción: teja, concreto, ferrocemento y lámina galvanizada. No basta que escurra, para garantizar buena calidad del agua captada para el consumo humano. Se requiere que su escurrimiento no arrastre





el polvo ni la basura acumulada en la techumbre. Una sugerencia es dejar que la primera llovizna lave el área de contacto con el agua.

2).-Es necesario dotar a la casa de canaletas de lámina galvanizada, de P.V.C. o de algún material local (por ejemplo: teja), que sea económico y funcional, que facilite la conducción del agua que cae de la techumbre, especialmente si éste termina en sus extremos con un ligero volado. Cuando es así, la operación se simplifica notablemente, por lo que es recomendable colocar en el extremo inferior del tubo una coladera de metal desplegable, la cual debe limpiarse periódicamente, para evitar que el agua se contamine.

3).- Se requiere además que las canaletas de conducción de agua de lluvia, concentren su gasto hidráulico en el tubo vertical galvanizado o de P.V.C., de 2" o 3" de diámetro, en cuyo extremo inferior se coloca una "T" (de plástico galvanizado), que contará con una válvula a un lado para descargar en la cisterna. Se dispondrá además de una llave de paso de 2 vías, a fin



de evitar que el agua de las primeras lluvias, entre a la cisterna y permita el lavado de techos y tuberías.

La cisterna ha sido utilizada desde tiempos antiguos por la humanidad, para el almacenamiento de agua de lluvia, pero con frecuencia se ha descuidado la calidad del agua que se almacena, lo que ha propiciado su abandono progresivo.

Científicamente se ha determinado que el agua de lluvia almacenada, requiere de tres condiciones para una adecuada conservación: a).- Que se deposite en un lugar limpio; b).- Que el agua que se almacene no lleve impurezas y/o agentes perjudiciales para la salud del ser humano; c).- Que no entre ni el aire ni la luz. De cumplirse estas condiciones el agua de las cisternas no tendrá mal olor ni creará algas u otros agentes extraños y será apta para el uso doméstico. Además tendrá la calidad del agua potable ya que las bacterias aeróbicas no proliferarán al carecer de luz y de materia orgánica.

PARTICIPACIÓN DEL USUARIO

En esta fase se buscó que el usuario se involucrara en todo el proceso de edificación de la obra, que se familiarizara con sus características generales, de los materiales utilizados y vigilara de cerca el cumplimiento de sus tiempos de construcción, con el propósito de garantizar su efectivo funcionamiento.

RESULTADOS DEL PROGRAMA DURANTE 1997 Y 1998

Durante el año 1997, se construyeron 80 obras de captación de agua de lluvia, en tres localidades rurales del estado, el costo total de estas obras fue de 1'090,285 pesos, y benefició a un total de 606 habitantes.

Para 1998, se instalaron 143 obras de captación, en 4 localidades del estado, con un costo total de 1'901,475 pesos, beneficiando a un total de 715 habitantes. Es decir, en el periodo 1997-1998 se realizaron en total 223 obras de captación de agua de lluvia, con las cuales se beneficiaron 1,321 habitantes, con una inversión de 2'991,760.

CONCLUSIONES

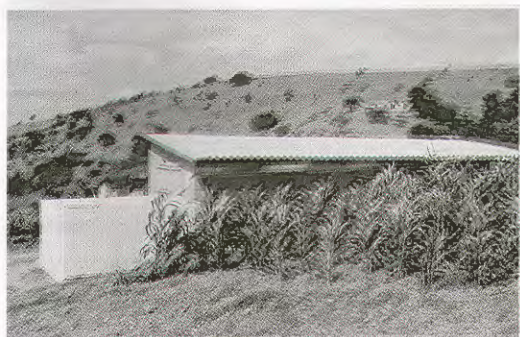
Las obras de captación de agua de lluvia representan la única opción para que los habitantes de estas regiones altamente marginadas puedan disponer de agua de buena calidad, eliminando el enorme esfuerzo que representa su acarreo desde sitios de abastecimiento alejados de sus comunidades.

El esfuerzo e interés mostrado por los beneficiarios de este programa ha permitido que estas obras sean una realidad y que ahora, el abasto de agua a sus familias sea un problema resuelto.

Es conveniente que estas experiencias puedan ser difundidas en aquellas comunidades de características similares, en donde aun los sistemas tradicionales de agua potable no han podido satisfacer sus demandas.

Para que estos sistemas puedan aportar mayores beneficios, resultará de interés, en futuras experiencias, vincular algunas actividades de carácter productivo que permitan, no solo satisfacer la demanda de agua para consumo humano, sino aportar un complemento alimentario a la comunidad o bien generar un excedente económico que permita mejorar la capacidad de intercambio de dichas familias.

Pensando en la gran cantidad de ventajas que ofrece este sistema, será importante plantear los medios y posibilidades para que esta innovación siga beneficiando a los habitantes del medio rural. Para este fin, la concertación y la participación económica de los gobiernos, serán requisitos fundamentales para garantizar el éxito de un programa de esta naturaleza. *



Costo unitario de una obra de captación de agua de lluvia con capacidad de 9 m³ de almacenamiento

CLAS.	CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	P.U.	IMPORTE
TECHUMBRE					
1	sum. lámina galvanizada acanalada cal. 26 3.05x0.82 m.	pza.	16.48	80.27	1,322.85
2	sum. canaleta galvanizada cal. 26 ancho 0.10 m.	ml.	18.03	48.85	880.52
3	sum. elementos de sujeción-pijas para lámina galvanizada 1/4 x 1"	pza.	98.88	0.76	75.15
4	sum. elementos de sujeción para canaleta - soportes L	pza.	10.30	15.36	158.21
5	sum. cubierta de parteaguas hecho a base de lámina galv. acanalada.	pza.	2.06	86.54	178.27
6	col. lámina galvanizada acanalada calibre 26 3.05x0.82 m.	pza.	16.48	42.63	702.54
7	col. canaleta galvanizada cal. 26 ancho 0,10 m.	ml.	18.06	21.53	388.08
8	col. elementos de sujeción - pijas para lámina galvanizada 1/4x1"	pza.	98.88	11.76	1,162.83
9	col. elementos de sujeción para canaleta - soportes L	pza.	10.30	19.44	200.23
10	col. cubierta de parteaguas hecho	pza.	2.06	21.53	44.35
CONDUCCIÓN					
11	sum. tubería hidráulica P.V.C. 2.0" diam. RD 41	ml.	6.59	13.96	92.02
12	sum. piezas especiales P.V.C., codos, adaptador campana, tee	pza.	6.00	83.75	502.50
13	Col. tubería hidráulica P.V.C., 2.0" diam. RD 41	ml.	6.59	2.48	16.35
14	Col. piezas especiales P.V.C., codos, adaptador campana, tee	pza.	6.00	24.67	148.02
ALMACENAMIENTO 9m³					
15	construcción de almacenamiento tipo cisterna de 9 m ³ de capacidad hecho a base de tabicón, castillos en esquinas tipo armex, losa y piso de concreto armado de F'g=150 Kg/cm ² y registro de acceso, incluye escalera marina e impermeabilización de muros interiores, cadenas de desplante y de cerramiento y chaflán perimetral de 5 cm (según plano tipo)	pza.	1.00	5,423.95	5,423.95
16	Aplanado rústico en muros exteriores con mortero cemento proporción 1:5	m ²	18.00	46.18	831.24
EXTRACCIÓN DE AGUA - HIDRANTE					
17	sum. tubería de FO. GO. 1/2" de diam.	ml.	1.00	18.71	18.71
18	sum. llave nariz de cobre 1/2"	pza.	1.00	30.70	30.70
19	sum. piezas especiales de FO.GO. codo 90	pza.	1.00	7.40	7.40
20	col. tubería de FO.GO. de 1/2" de diam.	ml.	1.00	1.61	1.61
21	col. llave nariz de cobre 1/2"	pza.	1.00	21.43	21.43
22	col. piezas especiales de FO.GO. codo 90	pza.	1.00	21.43	21.43
				subtotal	\$ 12,228.40
				IVA	\$ 1,834.26
				Total	\$ 14,062.66



Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda, realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en 1995, las coberturas en el medio rural, eran en agua potable del 61 % y en drenaje del 29.5 %; situación que se explica por el incremento en el número de localidades rurales y su dispersión. Según cifras del INEGI, en 1990 existían 154,016 comunidades con una población inferior a 2,500 habitantes, para 1995 aumentaron a 198,311 y de las cuales 151,305 tenían menos de 100 habitantes.

	1990*	1995**
TOTAL	156,602	201,138
De 1 a 99 habitantes	108,307	151,305
De 100 a 2,499 habitantes	45,709	47,006
De 2,500 y más habitantes	2,586	2,827

*Fuente: Resumen General, XI Censo de Población y Vivienda, 1990, INEGI
**Fuente: Tabulados Básicos, Censo de Población y Vivienda 1995, INEGI

Número de localidades a nivel nacional

Entre las causas que inciden en las bajas coberturas observadas, se encuentran no sólo la dispersión poblacional descrita, sino también el hecho de que un con-

*Gerente de Unidad de Programas Rurales
y Participación Social, CNA

siderable número de municipios, responsables de la prestación de los servicios, no cuentan con los medios económicos, técnicos y operativos necesarios para dotar a sus comunidades de los servicios básicos. De los 2,428 municipios del país, 848, es decir el 34.9%, están catalogados con muy alto o alto índice de marginalidad.

EL PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN ZONAS RURALES DE MÉXICO

La baja cobertura de servicios en el medio rural, la imposibilidad de muchos municipios para atender a sus localidades y su gran dispersión, hicieron que la Comisión Nacional del Agua (CNA), después de revisar las experiencias más próximas en la materia, en 1996 pusiera en marcha el Programa de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales, con el objeto de contribuir a ampliar y mejorar la provisión de estos servicios a las poblaciones con menos de 2,500 habitantes, especialmente a las que presentan alto o muy alto índice de marginalidad y muestren interés en contar con los servicios públicos mencionados.

El Programa de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales ó Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales -como se le denomina a partir de la suscripción del contrato de financiamiento otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo-, tiene como objetivo principal lograr la sostenibilidad de los servicios, con la participación de las comunidades receptoras del servicio y en corresponsabilidad con las instancias de gobierno en cuestión.

El programa se constituye con la participación de los niveles de gobierno: federal, a través de la CNA; estatal, con el apoyo de las Comisiones Estatales de Agua; y municipal, con la colaboración de los organismos operadores. La siguiente intervención relevante se trata de la población de las localidades rurales, la cual además de ser la beneficiaria, sustenta en mayor medida el programa.

El Programa de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales ó Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales -como se le denomina a partir de la suscripción del contrato de financiamiento otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo-, tiene como objetivo principal lograr la sostenibilidad de los servicios, con la participación de las comunidades receptoras del servicio y en corresponsabilidad con las instancias de gobierno en cuestión.

PARTES DEL PROGRAMA

Actualmente, para su implementación, el programa se estructura en los componentes de Desarrollo Institucional, Atención Social y Participación Comunitaria, e Infraestructura.

DESARROLLO INSTITUCIONAL

Este componente se incorporó en 1999 con la finalidad de apoyar la sostenibilidad que los usuarios alcancen con su esfuerzo, implantar procesos de descentralización a nivel nacional, así como de mejorar los mecanismos institucionales. Se enuncian como objetivos del área de desarrollo institucional los siguientes:

1. Desarrollar y consolidar las instancias estatales, mediante la creación o fortalecimiento de un área específica de atención a comunidades rurales, reforzando una corresponsabilidad entre los tres niveles de gobierno y las comunidades que favorezca la sostenibilidad de los servicios.
2. Apoyar el proceso de descentralización del subsector Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales, al interior del contexto del nuevo federalismo.
3. Crear mecanismos de planeación y programación que involucren a las comunidades e instituciones, a los técnicos y usuarios en la conservación, operación y mantenimiento de la infraestructura.

ATENCIÓN SOCIAL Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Desde el inicio del programa, este factor tiene por objeto promover la participación activa de todos los grupos beneficiarios, apoyando la capacitación de los usuarios, junto con la creación y el efectivo funcionamiento de sus formas organizativas rurales, en la operación y mantenimiento, sostenible y sustentable, de los servicios de agua potable.

OBJETIVOS

1. Incorporar el componente social en la planeación, desarrollo, operación y mantenimiento de la infraestructura de los proyectos, que sean técnicamente viables y satisfagan las principales necesidades locales.
2. Contribuir al desarrollo de la comunidad, incrementando su capacidad de gestión y corresponsabilidad a través del ejercicio de sus responsabilidades en el sector Agua y Saneamiento.
3. Fomentar la sostenibilidad de los servicios, garantizando su permanencia y calidad, mediante la participación activa y organizada de los usuarios, y su capacitación para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas.
4. Promover la sustentabilidad del agua, mediante la sensibilización, educación y movilización de las comunidades, en prácticas apropiadas de saneamiento básico, protección de fuentes de abastecimiento y cuidado del medio ambiente.

En este ámbito, el trabajo con los interesados es casi de forma permanente, aunque es posible distinguir entre tres momentos: el primero corresponde a la evaluación de la solicitud comunitaria, y con ello el levantamiento de fuentes para la elaboración del diseño; en segundo lugar se construye el sistema del servicio; y por último la comunidad mostrará en la práctica, hasta qué punto dispone de voluntad y capacidad para el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

INFRAESTRUCTURA

Este sector comprende la elaboración de estudios y proyectos, la construcción, ampliación o rehabilitación de sistemas de agua potable y saneamiento, y se mantiene en coordinación con la implantación de los procesos de Desarrollo Institucional y Atención Social.



FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON

OBJETIVOS

1. Diseñar, construir, ampliar y rehabilitar, sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, que contemplen las condiciones ambientales y la disponibilidad del recurso hidráulico.
2. Proporcionar los servicios de agua potable considerando la disposición de las aguas residuales y el saneamiento básico. Para las localidades en donde no se cuenta con el servicio de alcantarillado o saneamiento, construir un sistema demostrativo de saneamiento básico (disposición de excretas).
3. Apoyar a las comunidades con capacitación y asistencia técnica, para la operación y mantenimiento de los sistemas construidos, ampliados o rehabilitados.

CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD
PARA LOS ESTADOS ASPIRANTES

Pueden acceder a los beneficios del programa los estados que hayan suscrito el Acuerdo de Coordinación con la Federación y cumplan con los siguientes criterios de elegibilidad:

- Presentar al Subcomité Especial de Agua Potable y Alcantarillado del COPLADE, la propuesta anual de inversiones, basada en las peticiones formuladas por las comunidades rurales.
- Disponer de un compromiso formal del estado para la aportación de los recursos necesarios en la ejecución del programa y suscribir anualmente los Anexos de Ejecución y Técnico.
- Apoyar los esfuerzos de sostenibilidad y sustentabilidad que realicen las comunidades y las instancias municipales.
- Organizar, a más tardar en un año, un área de atención a zonas rurales, que se mantenga en funcionamiento.



CRITERIOS DE ELIGIBILIDAD PARA LOS PROYECTOS

Los estudios, proyectos y obras de infraestructura, agua potable y saneamiento, tienen que cumplir con los criterios relativos a los siguientes aspectos:

Ambiental.- Requisar la ficha ambiental para clasificar el proyecto de acuerdo a la necesidad de evaluación de impacto ambiental.

Económico.- Disponer del compromiso tanto de la comunidad para contribuir en la inversión -no exclusivamente monetaria-, mediante su participación en la operación y mantenimiento de las obras, cubriendo los costos necesarios; como del ejecutor para proponer proyectos de infraestructura, cuyos costos de inversión en el año 2000, estén dentro de los valores promedio de \$1,800.00 por habitante, para agua potable, y de \$1,500.00 para saneamiento básico.

Social.- Presentación del dictamen de factibilidad social, derivado de un diagnóstico participativo con la comunidad y sus representantes.

Técnicos y sanitarios.- Los proyectos de obras nuevas, rehabilitación y ampliaciones, deben ser formulados en un contexto de sostenibilidad y sustentabilidad, como proyectos integrales, y no obras parciales, que beneficien a toda la población. En cuanto a los proyectos de agua potable, éstos deberán contar con fuentes de agua, confiables en caudal y calidad para consumo humano, de acuerdo a las características del sistema. Respecto a los proyectos de saneamiento, éstos deberán comprender, como mínimo, la solución a la disposición de excretas.

CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN DE LOCALIDADES

Todas las localidades interesadas tendrán que presentar por escrito su solicitud y no podrán beneficiarse dos veces con el mismo servicio. Asimismo, para integrarse a la propuesta estatal anual, se dará preferen-



FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON

Entre 1996 y 1999, se han ejercido dentro del programa un total de \$1,592.9 millones de pesos, de los cuales la federación ha canalizado a través de la CNA \$834.7 millones, además de la aportación de los gobiernos estatales y municipales participantes que resultó de un monto total de \$758.2 millones.

cia a las comunidades que cumplan con las siguientes condiciones:

- Nivel de marginalidad alto o muy alto
- Solicitud de saneamiento de las localidades beneficiadas dentro del programa con sistemas de agua potable
- Solicitud reiterada de obras por parte de la comunidad
- Comunidades indígenas (con 40% o más del total de la población)

SOSTENIBILIDAD Y SUSTENTABILIDAD

El desarrollo sostenible está orientado a las poblaciones rurales, y a las formas organizativas comunitarias e institucionales, para lograr la gestión, operación, mantenimiento y uso higiénico del agua, condiciones, que en combinación con los recursos financieros, buscan lograr la permanencia, en calidad y cantidad, de la prestación de los servicios. Se trata de desarrollar en la comunidad un sentido de propiedad, una concientización sobre salud, un comportamiento higiénico, así como el balance de género en las actividades relacionadas, y con ello su capacidad de administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento.

Por otra parte, con la promoción del desarrollo sustentable se pretende manejar los recursos naturales bajo el enfoque de conservación y protección ambiental, lo cual incluye la disponibilidad, en caudal y calidad, de los recursos hídricos, junto con la reorientación tecnológica e institucional que permita asegurar una continua satisfacción de las necesidades humanas presentes y futuras.

LOGROS

Entre 1996 y 1999, se han ejercido dentro del programa un total de \$1,592.9 millones de pesos, de los

PROGRAMAS DEL SECTOR RURAL

cuales la federación ha canalizado a través de la CNA \$834.7 millones, además de la aportación de los gobiernos estatales y municipales participantes que resultó de un monto total de \$758.2 millones. Los efectos de la aplicación de estos recursos, se pueden apreciar en los siguientes resultados:

AGUA POTABLE				ALCANTARILLADO				SANEAMIENTO	
Obra nueva		Rehabilitación		Obra nueva		Rehabilitación		sanitarios	beneficios
sist.	benef.	sist.	benef.	sist.	benef.	sist.	benef.		
2,302	1,257,506	1,932	1,483,530	209	178,353	73	55,045	16,603	102,607

Los logros en agua potable de este periodo se dieron en 4,920 localidades, de 1,519 municipios del país; los de alcantarillado beneficiaron a 289 localidades, de 157 municipios; y los obras de sanitarios rurales se llevaron a cabo en 399 localidades, de 115 municipios.

Es importante subrayar que los datos reportados en el cuadro anterior incluyen también la construcción, durante el periodo señalado, de 709 sistemas de agua potable de obra nueva, en 796 localidades, de 80 municipios del estado de Chiapas, favoreciendo a un total de 306,798 habitantes.

COBERTURAS DE 1999 EN ZONAS RURALES

Los beneficios alcanzados con la ejecución del programa contribuyeron de manera considerable al incremento de las coberturas. Así, en 1995 de una cobertura de 14.7 millones de personas (61% de la población rural nacional) en servicios de agua potable, se pasó en 1999 a un total de 16.9 millones (65.9%), y mientras que en 1995 la de saneamiento cubría 7.1 millones de habitantes, para 1999 ésta aumentó al 33.2%, es decir, que 8.5 millones de habitantes de los 25.7 millones de estas zonas, cuentan con servicio de alcantarillado o de algún tipo de saneamiento. De esta manera, de los 2.2 millones de habitantes favorecidos con agua potable, entre los años 1995 a 1999, un 59% de las nuevas coberturas es aportación directa del Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales, y para el caso de servicio de alcantarillado, 1.4 millones

de habitantes receptores, el 14% del aumento en coberturas fue asimismo consecuencia del programa.

El programa se ha ido fortaleciendo a partir de la aceptación de los estados y municipios, sin embargo el mérito más relevante se refiere al provecho permanente de las comunidades, a quienes se dirige; de allí la importancia que tiene el componente de Atención Social, cuyas acciones se enfocan a lograr la participación de dichas comunidades, favoreciendo con ello que se apropien de las obras, con su colaboración y esfuerzo, para asegurar la continuidad de los servicios, como también la sostenibilidad en la gestión de los sistemas de que forman parte.

El verdadero significado del esfuerzo realizado por los tres niveles de gobierno, en el Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales, se manifiesta en hechos como: que de manera conjunta o independiente, el estado, la federación y el municipio, invariablemente se esfuerzan en elevar la cantidad y la calidad de los servicios públicos en el medio rural; la aceptación de compromisos, a pesar de sus limitaciones por parte de la comunidad, y su cumplimiento mediante su esfuerzo o la solicitud de ayuda externa; o en el hecho de que cuando la infraestructura está bien construida, es visible en una actitud de la comunidad en la operación diaria, en la limpieza de los alrededores de las fuentes de abastecimiento o del pueblo, en el agua clozada, y en el pago de cuotas periódicas que permiten cubrir gastos, al tiempo de crear un fondo para las ampliaciones o rehabilitaciones. *



ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA, A. C. CONVOCATORIAS

ASAMBLEA GENERAL EXTRAORDINARIA

Conforme a los artículos 27, 28, 30 y 31 de los estatutos de la Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C., se convoca a todos los asociados a la **Asamblea General Extraordinaria**, para la nominación de candidatos a los puestos de elección del XXV Consejo Directivo Nacional, que se celebrará en el Auditorio "A" del Colegio de Ingenieros Civiles de México, localizado en Camino Santa Teresa Núm. 187, Col. Parques del Pedregal, el 5 de abril de 2001, a las 19:00 horas, de acuerdo con el siguiente:

ORDEN DEL DÍA

1. Presentación del presidium
2. Lectura del orden del día, aprobación en su caso
3. Exposición de motivos de la reunión
4. Nominación de los escrutadores
5. Nominación de candidatos para el XXV Consejo Directivo
6. Asuntos generales

En caso de no haber quórum a la hora indicada, la reunión de la Asamblea, en segunda convocatoria, se realizará en el mismo lugar y fecha a las 19:30 horas.

ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

De conformidad con los artículos 27, 28, 29 y 30 de los estatutos de la Asociación Mexicana de Hidráulica, el XXIV Consejo Directivo Nacional, convoca a todos sus asociados a la **Asamblea General Ordinaria** que se celebrará en el Auditorio "A" del Colegio de Ingenieros Civiles de México; Camino Santa Teresa Núm. 187, Col. Parques del Pedregal, el 4 de mayo de 2001, a las 19:00 horas, de acuerdo con el siguiente:

ORDEN DEL DÍA

1. Lectura del orden del día
2. Lectura del acta de la Asamblea General Ordinaria anterior
3. Lectura del informe anual del XXIV Consejo Directivo Nacional
 - a) Informe anual de la Tesorería
4. Informe de la Junta de Honor y del resultado de las elecciones para el XXV Consejo Directivo
5. Toma de posesión del XXV Consejo Directivo
6. Mensaje del presidente del XXV Consejo Directivo Nacional

En caso de no haber quórum a la hora indicada, la reunión de la Asamblea, en segunda convocatoria, se realizará en el mismo lugar y fecha a las 19:30 horas.

ING. JESÚS CAMPOS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL XXIV CONSEJO DIRECTIVO NACIONAL DE LA AMH

Poliopetro Martínez Austria

Premio Nacional Enzo Levi, 2000



por Elena Vigouroux Chapuy*
Jesús Hernández Sánchez*

La Asociación Mexicana de Hidráulica, AMH, distinguió al doctor Poliopetro Martínez Austria (PMA) con el Premio Nacional Enzo Levi a la Investigación y Docencia Hidráulica, 2000. En el marco del XVI Congreso Nacional de Hidráulica que se realizó el 8 de noviembre del año pasado en su cuarta edición. Con este motivo Tláloc platicó con el galardonado quien expuso los puntos de vista siguientes:

Tláloc: ¿Qué significa para usted haber recibido el premio Enzo Levi?

PMA.: En primer lugar habría que pensar qué significa, en términos generales, un premio. Un premio es un reconocimiento que nos dan otras personas. No hay, en lo que hace a los seres humanos, juicios absolutos: todo es relativo. Entonces un premio es un reconocimiento que otros dan a nuestro trabajo, y yo estoy conciente de que en mi caso aunque mis colegas juzgan que tengo los

méritos postacadémicos y técnicos de trayectoria, este premio ha sido también fruto de la amistad de muchas personas. He tenido la fortuna de hacer muchísimos amigos y esa es una gran satisfacción. Tener tantos amigos en el gremio es una satisfacción por sí misma de la cual, creo yo, se deriva el premio.

Tláloc: ¿Nos puede decir quién lo postuló para recibir este premio?

PMA.: Mi candidatura al premio Enzo Levi fue apoyada, por supuesto, por el IMTA, por el director general del Instituto, pero también por el Colegio de Profesores de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Politécnico, por la Academia Nacional de Ingeniería, por el director del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México e, incluso, por organizaciones como la Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Digamos que ese consenso de tantas

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

personas e instituciones alrededor de mi candidatura a un premio, ya de suyo, me dio mucha satisfacción.

Hoy en día ninguna persona hace ciencia por su propia cuenta, Ortega y Gasset afirmó: "yo soy yo y mi circunstancia", aludiendo a que ninguna persona "es" por sí sola, sino sólo en términos de los que la rodean. Los filósofos personalistas señalan que el ser humano es fruto de la dinámica yo-tú, yo-el otro o el otro-yo, y Martin Buber sostenía que el hombre se encuentra precisamente en esa definición del yo-tú.

Volviendo al premio, lo que soy y lo que he logrado, lo he logrado y lo soy gracias a muchas otras personas. Naturalmente a mis padres, a mis hermanos (a mi familia), a mi esposa, lo cual es obvio, pero hay otros aspectos: por ejemplo, cómo nos puede tocar en la vida un maestro, en este caso, precisamente el doctor Enzo Levi; asimismo, cuánto le debemos a nuestros discípulos, de quienes aprendemos mucho; a nuestros colegas, en especial a aquellos con los que hay que competir porque, competir, en el buen sentido de la palabra, nos hace mejores, a quienes fueron mis jefes, de todos quienes guardo un buen recuerdo. Cada cual con su criterio muy personal, con su manera de ver la vida, de creer en una organización de trabajo, todos, me trataron con respeto y me apoyaron en muchas de las iniciativas que he tomado; muchas de las tecnologías que hoy están en operación fueron fruto de ese apoyo. Le debo mucho, además, a los ingenieros de campo, en mi caso a los ingenieros de la Comisión Nacional del Agua, porque no es fácil creer en una innovación, ni es fácil tomar la responsabilidad de convertirla en un hecho. Por ejemplo, el diseño de la obra de desagüe de fondo de la presa Huites, en Sinaloa, era un diseño innovador y riesgoso, porque se trataba de un flujo de muy alta velocidad saliendo de un canal que tenía que desviarlos. El riesgo lo tomaron el ingeniero César Ramos y el doctor Daniel Reséndiz, quien también participó en la decisión. A esas personas les debo mucho, así como a otras que apoyaron, por ejemplo, nuestros diseños para los sistemas de aireación de la laguna Bojórquez en Quintana Roo (en este caso, el Ing. Jesús Campos y el Ing. Antonio Fernández), nuestras técnicas para los aforadores que están ya en el campo; a los ingenieros de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Hidráulicos que aceptaron nuestro diámetro y los tanques de descargas de fondo que diseñamos en el IMTA, con la participación del doctor Nahum García y del cual ya hay más de dos mil, o quizá más aún, en diferentes lugares del país. Tampoco puedo dejar de mencionar, precisamente, a mis



FOTO EDUARDO DEL CONDE ARTON

colegas de la Coordinación de Tecnología Hidráulica del IMTA quienes han depositado en mí una gran confianza, y si bien a veces no hemos estado de acuerdo en algunos aspectos, siempre hemos encontrado la manera de trabajar juntos para promover el desarrollo tecnológico. Un premio significa muchas cosas, cuando se le ve como un punto desde el cual puede observarse lo que se ha hecho en la vida, y a cuántas personas le debe uno un reconocimiento como éste.

Tlálloc: ¿Desea usted agregar algo más?

PMA.: Sí, quisiera hacer un llamado a los lectores de Tlálloc a sumarse a la transformación que debe tener el manejo del agua en México y, en general, en el mundo. La conferencia que ofrecí al recibir el premio Enzo Levi estuvo orientada precisamente a eso. Nos encontramos en un momento crítico de la historia del manejo del agua y en algunos lugares la demanda ya ha rebasado a la oferta. Estamos en un punto en el que las soluciones han dejado de ser triviales, es decir, en donde el problema del agua ya no se reduce a infraestructura; en el que la gestión de los recursos empieza a ser el problema central del manejo del agua y lo será cada vez en el futuro. Eso significa que todos los especialistas en el agua tenemos que hacer un esfuerzo por evolucionar hacia un pensamiento sistémico, hacia un enfoque multidisciplinario en el que, dependiendo del tipo de problema que se enfrente, las especialidades vayan tomando el espacio que les corresponda: que en aquellos sitios donde los problemas sean técnicos, la técnica dirija el proceso sin descuidar los aspectos ecológicos, ambientales o sociales, pero en los espacios donde el problema sea ya manifiestamente social, deberá ser esta disciplina la que esté a la cabeza y vaya ayudando a resolver los problemas del agua. Quiero invitarlos a que no bajemos la guardia y a que mantengamos altos los estándares de productividad. No basta, de hecho diría que ni siquiera sirve, tener reconocimientos o premios solamente, debemos ser productivos, que cada uno de nosotros, los que trabajamos en el sector público, reconozca que el salario que percibimos procede de los recursos del pueblo de México, por lo que debemos aspirar a la mayor productividad posible para devolverle a los mexicanos lo que estamos recibiendo en recursos económicos. Lo que hago es un llamado a la productividad y a un nuevo enfoque integral, innovador, para tratar los problemas del agua. *

XVI Congreso Nacional de Hidráulica, 2000



por Yadira Cuéllar y Javier Aparicio

INAUGURACIÓN

El pasado 7 de noviembre se iniciaron las actividades correspondientes al XVI Congreso Nacional de Hidráulica con la recepción y el registro de participantes. Al siguiente día, ante la presencia de más de mil asistentes, el ingeniero Guillermo Guerrero Villalobos, director general de la Comisión Nacional del Agua, inauguró este magno evento acompañándolo en el Presidium el licenciado Víctor Manuel Tinoco Rubí, Gobernador Constitucional del estado de Michoacán, el maestro en ciencias Salvador Galván Infante, Presidente Municipal de Morelia, y el ingeniero Jesús Campos López, Presidente del XXIV Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica, entre otras destacadas personalidades.

Durante la ceremonia de inauguración, el Ing. Jesús Campos, en representación de la AMH, intervino haciendo

énfasis en que este XVI Congreso Nacional de Hidráulica, debía responder a las expectativas de todos los participantes, así como contribuir al desarrollo del sector.

El presidente continuó su participación abundando en el consumo del agua, que en los últimos 100 años se ha incrementado entre la población del mundo en seis veces, frente al volumen total disponible del elemento que permanece fijo.

México no es la excepción, clasificado ya como un país de baja disponibilidad, con 4,900 m³ h/año, con grandes contrastes, en el Valle de México, la disponibilidad per capita anual es de sólo 219m³, y en el sureste es de 28,000 m³ h/año. Es contrastante también que en las regiones donde los escurrimientos representan el 28% del total nacional, se concentre el 77% de la población y se produzca el 84% del Producto Interno Bruto.



En cuanto a la prestación del servicio de agua potable y saneamiento también hay cifras preocupantes. La eficiencia global promedio nacional de los sistemas es del orden de 30%; es decir, que de cada mil litros que se producen solamente se cobran 300. En 1999 la recaudación nacional de los organismos operadores fue sólo 11 mil millones de pesos, mientras que la población pagó por concepto de consumo de agua embotellada 12 mil millones de pesos y de un refresco de cola 32 mil millones de pesos.

La importancia que tiene el agua para el desarrollo social y económico no se ve reflejada en los hábitos y actitudes de la sociedad, ni en la manera como se administra el recurso. De los 600 acuíferos identificados, 100 están sobreexplotados, y producen el 50% del agua utilizada.

México no es la excepción, clasificado ya como un país de baja disponibilidad, con 4,900 m³ h/año, con grandes contrastes, en el Valle de México, la disponibilidad per capita anual es de solo 219m³, y en el sureste es de 28,000 m³ h/año. Es contrastante también que en las regiones donde los escurrimientos representan el 28% del total nacional, se concentre el 77% de la población y se produzca el 84% del Producto Interno Bruto.

A pesar del gran esfuerzo realizado por los gobiernos federal, estatales y municipales solamente se trata el 25% de las aguas residuales producidas. Debemos de trabajar en rescatar los principales cuerpos receptores de agua, las cuencas de Lerma, Balsas, Bajo Bravo y Alto Pánuco.

En la agricultura, en donde se utiliza el 76% del volumen total del agua, se tiene una eficiencia en el riego del orden del 50%.

La infraestructura del sector eléctrico se ha mantenido estática en los últimos años.

De no corregir las tendencias en el aprovechamiento y uso del recurso, el agua será un elemento de serios conflictos de carácter económico, político y social.

En el ámbito político, hoy México atraviesa por una nueva etapa de democratización de la socie-

dad y del sistema. Esto nos obliga a pensar y a actuar de manera distinta.

La población ha demostrado el deseo de participar activamente en el desarrollo del país, participación que también debiera darse en el cuidado, conservación y administración del recurso hídrico.

Los profesionistas, investigadores, académicos y estudiantes vinculados con el sector, deben contribuir de manera importante a promover una conciencia nacional del agua, a todos los niveles y en todos los ámbitos: convertirla en una prioridad nacional.

Los problemas relacionados con el agua son distintos según la región, la disponibilidad y el uso.

Mientras que algunos países sufren por su escasez, otros no pueden controlar los excesos.

En el periodo 1988-1997, del total de las catástrofes naturales ocurridas en el mundo: terremotos, inundaciones y otros, las inundaciones representaron el 31% y ocasionaron el 58% de las muertes: 226,000, y pérdidas económicas estimadas en 210,000 millones de dólares.

Tanto en México como en el mundo, se tiene información sobre la disponibilidad del agua por regiones y sus ciclos hidrológicos. Sabemos cuanta agua tenemos para satisfacer nuestras necesidades, lo que significa que el problema no es la falta de conocimiento sino el manejo y el uso que se le da.

En este sentido, y volviendo a la responsabilidad que tenemos como especialistas del agua, debemos impulsar el cambio en la forma que se maneja y administra para revertir las tendencias actuales. Permea a todos los niveles, regiones y sectores del país una nueva visión del agua, visión que ha sido discutida mundialmente, a partir de los siguientes principios:

- El agua es un recurso escaso y vulnerable.
- El agua tiene un valor económico en todos sus usos y es un bien social.
- Los ecosistemas deben ser protegidos, ya que son clave para asegurar que el ciclo hidrológico no sea alterado.

• *El agua es un recurso escaso y vulnerable.*

• *El agua tiene un valor económico en todos sus usos y es un bien social.*

• *Los ecosistemas deben ser protegidos, ya que son clave para asegurar que el ciclo hidrológico no sea alterado.*

• *El agua debe administrarse de manera integral y con la participación de los usuarios, tomando como unidad básica las cuencas hidrológicas y los acuíferos.*

• *El que contamina paga y el que la usa la paga.*

- El agua debe administrarse de manera integral y con la participación de los usuarios, tomando como unidad básica las cuencas hidrológicas y los acuíferos.

- El que contamina paga y el que la usa la paga.

Estos principios deben traducirse en políticas y acciones con resultados tangibles. Acciones que sean emprendidas entre sociedad y gobierno, a través de las cuales podamos lograr un manejo sustentable del agua, compartiendo la responsabilidad de cuidar un recurso que es de todos.

En este sentido la Asociación Mexicana de Hidráulica como una organización de la sociedad, que reúne a 1,700 especialistas en distintas disciplinas con amplia experiencia en el sector, debe de contribuir a dar soluciones acordes a estos principios:

- Definir tecnologías para el uso eficiente del agua en la agricultura, los servicios domésticos y la industria, siempre considerando el uso ambiental del agua.
- Proponer esquemas de administración y concertación para los consejos de cuencas y comités de acuíferos.
- Promover tecnologías que permitan el cumplimiento de las normas ecológicas.
- Prevenir emergencias hidrometeorológicas y proponer sistemas de alertamiento.
- Promover la participación privada y social en el manejo del agua bajo esquemas de regulación claramente definidos.
- Fomentar el intercambio de las aguas residuales.
- Impulsar programas continuos y permanentes de educación y capacitación a todos los niveles.

El ingeniero Jesús Campos agregó que la Asociación Mexicana de Hidráulica ante esta preocupación, y con el convencimiento de que debe pro-



mover la investigación, la docencia y el desarrollo profesional, bianualmente premia a dos profesionales en la materia, uno a la práctica profesional denominado premio "Torres H" y el otro a la investigación denominado "Enzo Levi".

La educación y capacitación en todos los niveles es fundamental, es un requisito indispensable para que en el mediano plazo logremos una verdadera cultura del agua y un cambio de actitud de la población. Las universidades, tecnológicos e institutos de investigación deben incluir programas que preparen a las nuevas generaciones y facilitar el manejo sustentable del agua.

Es particularmente importante resaltar el acercamiento que la AMH ha tenido en los últimos años con las universidades y en particular con los estudiantes. En este sentido, durante el evento, en un encuentro especial a través de una mesa redonda, el ingeniero Jesús Campos López, Presidente de la AMH, después de dialogar con los estudiantes, conocer sus inquietudes y preocupaciones en relación al sector hidráulico del país, y con el fin de contribuir en la formación de profesionistas de alto nivel, se comprometió a proponer y realizar las gestiones pertinentes, para que la AMH otorgue dos becas, una de maestría y otra de doctorado.

Para finalizar su participación recalcó que el agua es de todos pero también pertenece a las próximas generaciones.

- Definir tecnologías para el uso eficiente del agua en la agricultura, los servicios domésticos y la industria, siempre considerando el uso ambiental del agua.
- Proponer esquemas de administración y concertación para los consejos de cuencas y comités de acuíferos.
- Promover tecnologías que permitan el cumplimiento de las normas ecológicas.
- Prevenir emergencias hidrometeorológicas y proponer sistemas de alertamiento.
- Promover la participación privada y social en el manejo del agua bajo esquemas de regulación claramente definidos.
- Fomentar el intercambio de las aguas residuales.
- Impulsar programas continuos y permanentes de educación y capacitación a todos los niveles.

Durante la ceremonia de inauguración, se entregaron los premios nacionales Enzo Levi, al doctor Polioptro Martínez Austria como reconocimiento a su destacada labor como investigador, y el premio Francisco Torres H. al ingeniero Antonio Fernández Esparza por su relevante trayectoria en el campo de la hidráulica. Los galardonados dictaron por su parte, sendas conferencias magistrales donde destacaron su amplia experiencia en materia de agua. El Dr. Martínez Austria tituló su conferencia: "Paradigmas Emergentes para la Gestión Sustentable del Agua en el Siglo XXI", mientras que el ingeniero Fernández Esparza se inclinó por el tema "Conservación del Agua: única alternativa para el futuro". Ambas ponencias resultaron de alta calidad y de gran interés para los asistentes.

EXPO 2000

Después de la ceremonia de inauguración de los trabajos del XVI Congreso Nacional de Hidráulica, tocó el turno de inaugurar a la Expo 2000, en donde importantes expositores asistieron para mostrar sus productos, servicios y dar a conocer las innovaciones en materia hidráulica.

El listón inaugural fue cortado por el director de la CNA, ingeniero Guillermo Guerrero Villalobos, el C. Gobernador Constitucional del Estado de Michoacán, licenciado Víctor Manuel Tinoco Rubí y el maestro en ciencias Salvador Galván Infante, Presidente Municipal de Morelia.

CONCLUSIONES TÉCNICAS

En relación con las conclusiones del congreso, se pueden mencionar las siguientes:

Por lo que se refiere al uso del agua en la agricultura y el medio rural, se hizo notoria la necesidad de poner atención a los problemas derivados del uso de agroquímicos en la agricultura, y la urgencia de revisar y actualizar la normativa mexicana en la materia. En este sentido, se presentaron trabajos que muestran importantes avances científicos y tecnológicos. También se enfatizó la importancia de implantar y regular tecnologías de riego presurizado para aumen-

tar la eficiencia de la utilización del agua, así como de optimización de la operación de presas y canales de riego, y se presentaron ejemplos de desarrollos mexicanos que pueden ser aplicados en forma generalizada.

En cuanto a los fenómenos extremos y el control de las inundaciones, el caso del río Grijalva mereció especial atención, básicamente por las importantes precipitaciones y escurrimientos ocurridos en septiembre y octubre de 1999. Se señaló la importancia de operar adecuadamente las presas del complejo ubicado en este río para disminuir las inundaciones en la zona baja de la cuenca, se dieron recomendaciones de operación y se presentaron diversos análisis de lluvia y escurrimiento que serán útiles en la atención de futuros eventos del mismo tipo. Por otra parte, se mostraron avances muy significativos en materia de análisis estadístico hidrológico y meteorológico, con énfasis en el control de las inundaciones y la caracterización de las sequías.

El tema del uso del agua en poblaciones e industrias fue considerablemente favorecido por las contribuciones de este congreso en materia de diseño y operación de redes de agua potable y alcantarillado, tratamiento de aguas residuales y control de la contaminación. En efecto, se presentaron novedosos métodos para la rehabilitación, diseño y control de las presiones en redes de distribución de agua potable, así como para evaluar el rendimiento de estos sistemas y para administrarlos. Respecto al tratamiento de aguas residuales, se presentaron estudios sobre remoción y recuperación de cromo, evaluación de metales pesados, y detección de virus y bacterias, entre otros. En todo esto, es de hacer notar el empleo de técnicas modernas como el uso de la energía solar y la modelación numérica.

Dentro de la gestión integral de las cuencas y la sustentabilidad ambiental, resultó evidente que la administración sustentable del agua sólo puede hacerse atendiendo a la cuenca como unidad fundamental de gestión y que dicha administración sustentable no es posible sin la participación real y efectiva de los usuarios. Por ello, resulta de fundamental importancia la consolidación de los consejos y organismos de

Dentro de la gestión integral de las cuencas y la sustentabilidad ambiental, resultó evidente que la administración sustentable del agua sólo puede hacerse atendiendo a la cuenca como unidad fundamental de gestión y que dicha administración sustentable no es posible sin la participación real y efectiva de los usuarios. Por ello, resulta de fundamental importancia la consolidación de los consejos y organismos de cuenca en todo el país. Por otra parte, se enfatizó la necesidad de mantener el ritmo de avance en materia de planeación hidráulica para contribuir al uso sustentable del agua en el país y se presentaron diversas metodologías, estudios y estrategias para el proceso de planeación, muchas de las cuales usan tecnologías modernas basadas en la percepción remota y el análisis

de cuenca en todo el país. Por otra parte, se enfatizó la necesidad de mantener el ritmo de avance en materia de planeación hidráulica para contribuir al uso sustentable del agua en el país y se presentaron diversas metodologías, estudios y estrategias para el proceso de planeación, muchas de las cuales usan tecnologías modernas basadas en la percepción remota y el análisis automático, por ejemplo. Un tema de gran relevancia en lo que se refiere a la sustentabilidad ambiental es, como se muestra en varios de los trabajos presentados, la erosión hídrica y su control. Se reconoció que los procesos erosivos en algunas cuencas del país se han acelerado por el manejo inadecuado de los recursos naturales y se propusieron novedosas técnicas para atacar este importante problema.

Por lo que se refiere al valor económico del agua, se reconoció que la sustentabilidad de los sistemas hidráulicos mexicanos implica su autosuficiencia financiera. Por ello, se puso en relieve la importancia de un efectivo sistema financiero del agua que busque nuevas fuentes de financiamiento y que sea suficientemente flexible para ayudar a reducir la brecha entre la oferta y la demanda de servicios.

Como es natural en este tipo de congresos, el tema de educación, investigación y capacitación fue el que recibió más artículos. Entre los subtemas de investigación tratados en el congreso, destacan la hidráulica fluvial, la síntesis estadística de tormentas, la regionalización de escurrimientos y precipitación, la modelación hidrológica, la hidráulica básica, el desarrollo de instrumentos y estructuras de aforo, la hidráulica marítima, el monitoreo atmosférico ambiental, la evaporación en embalses y el análisis de sistemas meteorológicos globales entre otros. En hidráulica fluvial se abordaron problemas relativos a la modelación física y matemática de ríos, estimación de coeficientes de rugosidad y flujos con altas concentraciones de sedimentos. Este último tema ha cobrado especial relevancia en los años recientes por los acelerados procesos de deforestación que sufren vastas regiones del país y que se han manifestado, por ejemplo, en problemas como los de la costa de Chiapas en 1998 o en el norte de Veracruz el año pasado. La síntesis estadística de tormentas no ha dejado de tener vigencia desde

las clásicas ecuaciones de Bell y en México se ha trabajado en la adaptación y desarrollo de nuevas ecuaciones más apropiadas para el medio local. La modelación hidrológica ha tenido un considerable desarrollo en México, como lo muestran los trabajos relativos a llanuras de inundación o aplicaciones a la cuenca del alto Balsas. Afortunadamente, la hidráulica básica, no por serlo ha dejado de desarrollarse, como se puede observar en las contribuciones del maestro Sotelo y colaboradores y otros investigadores. En materia de hidráulica marítima, se presentaron metodologías de análisis y diseño de estructuras marítimas. La preocupación de las autoridades ambientales por los efectos de los incendios forestales y las quemas agropecuarias en el medio ambiente ha estimulado el desarrollo de sistemas de monitoreo ambiental y al estudio de las consecuencias de la dispersión de partículas provenientes de esos incendios y quemas en la atmósfera. En aspectos relativos a la educación, se observa la existencia de paquetes computacionales interactivos para diversos temas que pueden aprovecharse por los profesores de hidrología e hidráulica para mejorar la preparación de los alumnos en cursos de licenciatura y posgrado. La capacitación no fue un tema que se descuidara en el congreso. Se examinaron modelos de enseñanza-aprendizaje que toman en cuenta las características cognoscitivas de los adultos así como paquetes tecno-didácticos.

No es fácil resumir en estas breves palabras la riqueza intelectual que se hizo evidente en este congreso. Como se ve, los problemas relativos al agua en México son muchos y muy complejos, pero también es claro que existe en el país la capacidad, el talento



y la energía para hacerles frente de manera creativa y eficaz. Los hidráulicos mexicanos tenemos una enorme responsabilidad con nuestro país, pero, como ha quedado demostrado en este congreso, estamos trabajando para afrontarla. Enhorabuena.

CEREMONIA DE CLAUSURA

A las 13:00 horas del 10 de noviembre, se efectuó la ceremonia de clausura donde fueron presentadas las conclusiones del Congreso Nacional por el doctor Javier Aparicio Mijares, director técnico del XVI Congreso Nacional. Durante esta ceremonia se contó también con la intervención del doctor Álvaro Aldama Rodríguez, Vicepresidente del XXIV Consejo Directivo Nacional. Finalmente clausuró el evento el ingeniero César Herrera Toledo, Subdirector General de Programación de la Comisión Nacional del Agua. ✽

Atento Aviso

**LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA, A.C.
COMUNICA A TODOS SUS ASOCIADOS QUE:**

**Es necesario actualizar el pago de sus cuotas para poder tener derecho a voto
en las próximas elecciones de mayo de 2001.**

Para mayores informes comunicarse a las oficinas de la Asociación:

Camino Santa Teresa Núm. 187 Col. Parques del Pedregal, C.P. 14010, México, D.F.
Tels: 56 06 11 67 y 56 66 08 35 asmexhca@podernet.com.mx
www.aguamh.com

- Aguilar, Lorena, *et al.*, **“Género y manejo de recursos naturales”**, UICN, HORMA, Costa Rica, 1995.
- Baland Jean-Marie Jean Philippe Plateau **“Halting Degradation of Natural Resources: Is there a Role for Rural Communities”**, FAO, Roma, 1996
- Bartra, Armando **“Los nuevos campesinos”**, en Jean Francois Prud`homme (Coordinador), **El impacto social de las políticas de ajuste en el campo mexicano**, ILET/Plaza y Valdés, México, 1995.
- Boege, Eckart, **“El desarrollo sustentable: aspectos teóricos y experiencias campesinas”** (Introducción a la segunda parte), en Hubert C. de Grammont y Héctor Tejera Gaona (Coordinadores generales) **La sociedad rural mexicana frente al nuevo milenio**, Vol III, INAH/UAM/UNAM/Plaza y Valdés, México, 1996.
- Bonfil Sánchez, Paloma **“Las familias rurales ante las transformaciones socioeconómicas recientes”**, Estudios Agrarios, Año 2, No. 5, Octubre-diciembre, 1996, México.
- Bromley, D. W. and M. M. Cernea, 1989, **“The management of common property Natural Resources: some conceptual and operational falacies”**, World Bank Discussion Papers, No. 57 (Washington, DC: World Bank. 1989).
- Botey, Carlota, *et al.*, **“Mujer rural: reforma agraria y contrarreforma”**, en **Tiempo de crisis, tiempo de mujeres**, Centro de Estudios de la Cuestión Agraria Mexicana, A.C., Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, 2000.
- Bustamente, Tomás, A. León y B. Terrazas **“Reproducción campesina, migración y agroindustria en Tierra Caliente, Guerrero”**, SEP-CONACYT/Plaza y Valdés, México, 2000.
- “Criteria for and approaches to water quality management in developing countries”**, United Nations, Department of Technical Cooperations for development, 1991
- Chapela, Gonzalo, **“La política de aprovechamiento forestal en México. Liberalismo, comunidades y conservación de bosques”**.
- Fernández, Blanca, **“Acceso a recursos desde una perspectiva de género e igualdad de derechos para las mujeres”**, en: Seminario Taller Manejo de Recursos Naturales desde una Perspectiva de Género. Diálogo y Debate, Pontificia Universidad Católica de Perú, SEPIA, FAO, pp.129-137, 2000.
- García Barrios, R. and L. García Barrios, 1990, **“Environmental and technological degradation in peasant agriculture: a consequence of development in México”**, World Development, 18/11: 1569-85. 1990.
- García Villanueva, Nahun, Patiño Gómez, Carlos, Barrios Domínguez, Natividad, **“Tanque de descargas de fondo”**, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2000

Hoffmann, Odile, **"Políticas agrarias, reformas del Estado y afiliaciones identitarias: una comparación entre Colombia y México"**, Revista Mexicana de Sociología, No. 4, Octubre-diciembre, 1998.

Linck, Thierry **"Tierras de uso común, regímenes de tenencia y transición agraria en México"**, Estudios Agrarios, Año 5, No. 12, Mayo-agosto 1999, México.

Kay, Cristóbal, **"¿El fin de la reforma agraria en América Latina? El legado de la reforma agraria y el asunto no resuelto de la tierra"**, Revista Mexicana de Sociología, No. 4, Octubre-diciembre, 1998.

Claudia Campos Rozo, Astrid Ulloa, Heidi Rubio-Togler, **"Manejo de fauna con comunidades rurales"**, 1996

Merino, Leticia y Gerardo Alatorre, **"Las condiciones de los aprovechamientos forestales en los casos de distintas comunidades de México"**, en Leticia Moreno (compiladora) El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad, UNAM/CRIM. SEMARNAP, WORLD RESOURCES INSTITUTE, CCMS, Morelos, México, 1997.

Merino, Leticia, **"La heterogeneidad de las comunidades forestales en México. Un análisis comparativo"**, en Leticia Moreno (compiladora) El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad, UNAM/CRIM. SEMARNAP, WORLD RESOURCES INSTITUTE, CCMS, Morelos, México, 1997.

Mossbrucker, Harald, **"La economía campesina y el concepto "comunidad": un enfoque crítico"**, Lima : Instituto de Estudios Peruanos, 1990.

Mundo Molina, Martín, Martínez Austria, Polioptro, Hernández Barrios, Leonardo, Delgado Bocanegra, Juan Antonio, **"Tecnologías alternativas en la hidráulica. Guía técnica para la selección"**, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1997.

"Paquetes tecnológicos para el tratamiento de excretas y aguas residuales en comunidades rurales", José Colli, 1996

Trigueros Legarreta, Paz, **"Sorgo, campesinado y migrantes, el papel de la migración internacional en la reproducción de una comunidad campesina que adoptó la modernización de la agricultura"**, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México, 1994

Velázquez, Margarita, **"El uso y manejo de los recursos forestales desde una perspectiva de género. Una propuesta metodológica"**, en Margarita Velázquez (coordinadora), Género y ambiente en Latinoamérica, CRIM, Morelos, México, 1996.

Zárate Vidal, Margarita del Carmen, **"En busca de la comunidad : identidades recreadas y organización campesina en Michoacán"**, Universidad Autónoma Metropolitana ; Zamora, Michoacán: El Colegio de Michoacán, 1998

EVENTOS

Ninth National Symposium on Individual and Small Community Sewage Systems

Institución: ASCE

Tema (s): /Alcantarillado / Tratamiento del Agua /

Fecha inicio: del 11 al 14 de marzo de 2001

Lugar: Forth Worth, Texas, USA

Responsable: ASAE E-mail: hq@asae.org

Dirección: 2950 Niles Road St. Joesph, MI, USA 49085 9659

Teléfono: 001 616 429 0300

Fax: 001 616 429 3852

Third NSF International Symposium and Technology Expo on

Small Drinking Water and Wastewater Systems Treatment, Management and Finance

Institución: NSF International

Tema(s): /Agua Potable / Tratamiento del Agua /

Fecha: del 22 al 25 de abril de 2001

Lugar: Washignton, D.C., USA

Responsable: Cherrie Bacon

Dirección: 789 North Dixboro Road, Ann Arbor, MI 48105, USA

Teléfono: 001 734 827 6865

Fax: 001 734 827 6831

Email: bacon@nsf.org

1st IWA International Conference on Odour and VOCis:

Measurements, Regulation and Control Techniques

Institución: University of New South Wales

Tema(s): /Normas/Inodoros /

Fecha : del 25 al 29 de marzo de 2001

Lugar: Sidney, Australia

Dirección: Sidney, Australia

Teléfono: 61 (0) 2 9385 5452

Fax: 61(0)29313 8624

Página en internet:

www.odour.civeng.unsw.edu.au

SITIOS EN INTERNET SOBRE EL AGUA

h2o

USGS -- Water Resources of the United States
<http://water.usgs.gov/>

Institute of Water Research- Michigan State University
www.iwr.msu.edu/

SIWI - Stockholm International Water Institute
www.siwi.org/

Institute of Hydraulics, Hydrology and Water Resources Management - Vienna University of Technology
Technology Version without frames Overview
www.hydro.tuwien.ac.at/

Water Environment Federation
www.wef.org/

Instituto del Agua. Universidad de Granada
www.ugr.es/~jjcruz/instagua.htm

i.N.A. (Instituto Nacional del Agua y la Energía)
www.c-s-i.com.ar/ina.html

Water Quality Association
www.wqa.org/

World Water Council
www.worldwatercouncil.org/
World Wide Water
www.world-wide-water.com/

Agua Potable para el Mundo/Pure Water for the World
www.purewaterfortheworld.org/index2esp.html

El Agua en América y el Mundo DR
http://atlaslatinoamerica.org/ame_mundo/agu_amedr.htm

CONSULTA LA PÁGINA WEB DE LA AMH

www.aguamh.com



Fe de erratas

Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Hidráulica
Comité Editorial de la revista Tlálloc
Asociados de la AMH y distinguidos lectores

En el directorio del número 20 de la revista Tlálloc (con el tema fenómenos extremos) publicado en la columna izquierda de la primera página aparecen, por un lamentable descuido, las erratas siguientes:

Dice:

COORDINADORA TÉCNICA Blanca Jiménez Cisneros

Debe decir:

COORDINADOR TÉCNICO Gilberto Sotelo Ávila

Dice:

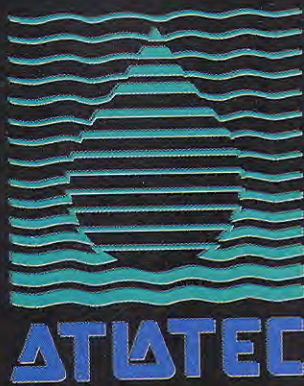
COORDINADORA EDITORIAL Jesús Hernández Sánchez

Debe decir:

COORDINADORA EDITORIAL Leonor Pintado Cortina

Por lo anterior, el área editorial responsable de la revista se permite aprovechar este espacio para extender la más amplia y merecida disculpa a quienes resultaron afectados.

Adicionalmente se otorga el más amplio y formal reconocimiento tanto al maestro Gilberto Sotelo Ávila así como a la licenciada Leonor Pintado Cortina, por su destacada participación como coordinador técnico y coordinadora editorial, respectivamente, del ya citado número de la revista.



<http://www.atlatec.com>

Más de 80 proyectos realizados de Plantas de Tratamiento de Agua

Planta en Torreón de 1 Ips



Plantas Paquete



Laboratorio de Servicios
Analíticos Certificados

Planta Norte en Chihuahua de 1,200 Ips



Operación de Plantas de Tratamiento
y Redes de Agua Potable

Planta Norte en Monterrey de 2,500 Ips



Diseño y Construcción
de Plantas de Tratamiento de Agua

Sistemas de Ósmosis Inversa



Financiamiento de Proyectos

Laboratorio de Servicios Analíticos

Privada Libertad No. 6 Col. San Jerónimo,
Monterrey, N.L., México
Tels. 01 (8) 333 6551, 333 4507 y 333 4877
Fax: 01 (8) 333 6035
E-mail: rcastell@cydsa.com



Atlatec – Plantas de Tratamiento

Av. Ruiz Cortines 2333 Pte, Col. Pedro Lozano
Monterrey, N.L., México
Tels. 01 (8) 158 2323 y 158 2332
Fax: 01 (8) 331 3758
E-mail: andiaz@cydsa.com