

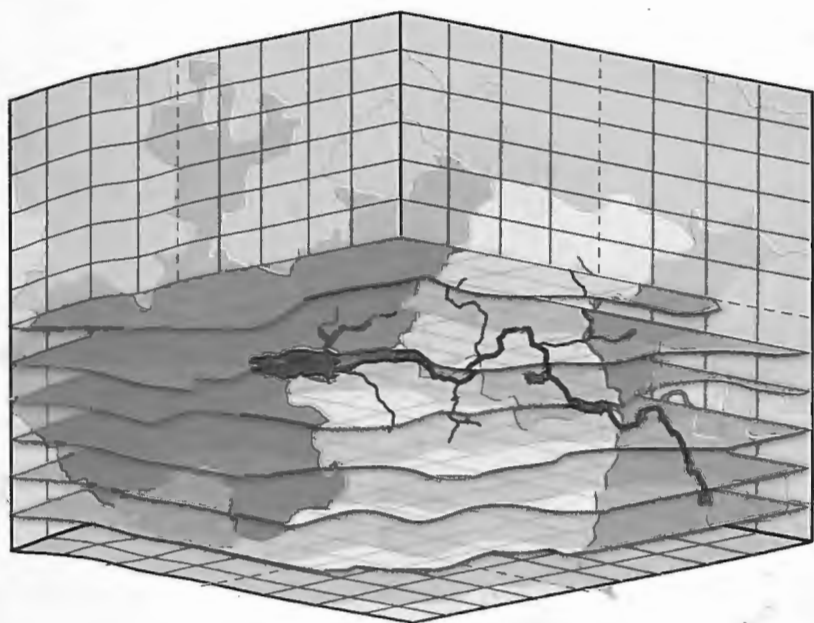
Chapala en crisis

Análisis de su problemática
en el marco de la gestión pública
y la sustentabilidad

Andrés Valdez Zepeda

Manuel Guzmán Arroyo

Salvador Peniche Camps



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
Colección Estudios de Posgrado

Maestría en Gestión Pública

Chapala en crisis

Chapala en crisis

Análisis de su problemática
en el marco de la gestión pública y la sustentabilidad

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Primera edición, 2000

D.R. © 2000, Universidad de Guadalajara

Coordinación editorial

Francisco Rojas González 131

Col. Ladrón de Guevara

Guadalajara, Jalisco, México

ISBN 970-27-0010-8

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

Índice

<i>Presentación</i>	9
<i>La problemática del agua en México: apuntes para una solución integral</i>	13
Andrés Valdez Zepeda Manuel Guzmán Arroyo Salvador Peniche Camps	
<i>El lago de Chapala, una visión general</i>	45
Manuel Guzmán Arroyo Andrés Valdez Zepeda Salvador Peniche Camps	
<i>La crisis de la cuenca de Chapala. Análisis de sus problemas y alternativas de solución</i>	63
Andrés Valdez Zepeda Manuel Guzmán Arroyo Salvador Peniche Camps	
<i>Chapala: estrategias para un lago</i>	81
Manuel Guzmán Arroyo Andrés Valdez Zepeda Salvador Peniche Camps J. Guadalupe Michel Parra	

<i>La práctica del manejo integral de cuencas</i>	91
Salvador Peniche Camps Manuel Guzmán Arroyo Andrés Valdez Zepeda	
<i>Programa de evaluación holística de la Ciénega y Charal 2000: dos herramientas para sustentabilidad de Chapala</i>	111
Salvador Peniche Camps Manuel Guzmán Arroyo Andrés Valdez Zepeda	
<i>La bibliografía sobre el lago de Chapala. Análisis hasta 1987</i>	121
Manuel Guzmán Arroyo Mario G. Morelos López	
<i>Las fuentes de información sobre la cuenca Lerma–Chapala–Santiago</i>	129
Manuel Guzmán Arroyo Salvador Peniche Camps Andrés Valdez Zepeda	
<i>El alga Anabaena en el lago de Chapala: un problema de calidad del agua</i>	145
Manuel Guzmán Arroyo Ma. del Refugio Mora Navarro E. Guadalupe Robles Jarero J. Guadalupe Michel Parra	
<i>Bibliografía</i>	157

Presentación

La vida en la tierra se originó en el agua y necesita agua para su preservación. Para existir, las civilizaciones necesitan utilizar el agua con sabiduría, aprovechar las proporciones limitadas del agua útil de la que disponen. Con el crecimiento de las ciudades y de la población en ellas, especialmente en los países subdesarrollados, aumenta la demanda de agua. Por ello, tanto el aspecto cuantitativo como cualitativo del recurso hídrico presagian fuertes crisis tanto a escala regional como global.

Los lagos son reservas naturales vitales y a su vez indicadores fundamentales de la crisis que se avecina. A pesar de los esfuerzos realizados en décadas pasadas para proteger este recurso, el manejo inadecuado y la explotación indiscriminada de los recursos hídricos han causado una degradación acelerada de los lagos del mundo. Así, según la Comisión Mundial del Agua, para el siglo XXI sólo 2 de los 500 ríos más grandes del mundo pueden ser considerados salubres (*La Jornada*, 22 de diciembre de 1999).

Para evitar una crisis de insospechada magnitud es indispensable tomar conciencia de que más del 90% del agua dulce superficial disponible se encuentra en los lagos. Sin embargo, en la agenda de las principales instancias globales de protección al medio ambiente la problemática de los lagos ocupa un lugar subordinado. Así lo demuestra la falta de articulación en el discurso de conservación de los recursos acuíferos con las estrategias conducentes al manejo integral de cuencas. De hecho, el concepto de

la aplicación de políticas públicas como instrumento para la sustentabilidad en cuencas hidrológicas carece de definición consensuada y se limita a las prácticas aisladas impulsadas a nivel sub-regional para la conservación de los lagos. De esta manera, como se demuestra en la Agenda 21 en su capítulo 18, el gran ausente en la agenda ambientalista para el presente siglo es el concepto de manejo de cuenca. La única referencia existente en la Agenda 21, que pudiera considerarse un acercamiento teórico al concepto de manejo integral de cuenca se expresa en la siguiente cita::

18.3. La escasez generalizada de recursos de agua dulce, su destrucción gradual y su creciente contaminación, así como la implantación progresiva de actividades incompatibles en muchas regiones del mundo, exigen una planificación y una ordenación integradas de los recursos hídricos. Esa integración ha de abarcar todos los tipos de masas interrelacionadas de agua dulce, tanto las aguas superficiales como las subterráneas, y ha de tener debidamente en cuenta los aspectos de la cantidad y calidad del agua. Debe reconocerse el carácter multisectorial del aprovechamiento de los recursos hídricos en el contexto del desarrollo socioeconómico, así como la utilización de esos recursos para fines múltiples como el abastecimiento de agua y el saneamiento, la agricultura, la industria, el desarrollo urbano, la generación de energía hidroeléctrica, la pesca en aguas interiores, el transporte, las actividades recreativas, la ordenación de las tierras bajas y las planicies y otras actividades. Los sistemas racionales de utilización del agua para el aprovechamiento de las fuentes de suministro de agua, sean de superficie, subterráneas u otras posibles, deben estar apoyados por medidas concomitantes encaminadas a conservar el agua y reducir al mínimo el derroche. Sin embargo, cuando sea necesario, habrá de darse prioridad a las medidas de prevención y control de las inundaciones, así como al control de la sedimentación.

En México la situación no es diferente. Se sabe que la gran

mayoría de las cuencas del país se encuentran bajo gran estrés y una gran parte está en condiciones críticas. La constante en esta grave situación de los recursos acuíferos es la carencia de estrategias integrales para la sustentabilidad capaces de plantear soluciones viables a la problemática del agua. En este contexto, la cuenca Lerma-Chapala-Santiago merece una atención especial por su importancia e impacto para la economía del país, por su peso específico en el balance hídrico hemisférico y por la gran biodiversidad que la caracteriza.

El libro *Chapala en crisis: análisis de su problemática en el marco de la gestión pública y la sustentabilidad*, que nos presentan el Dr. Manuel Guzmán Arroyo, el Mtro. Salvador Peniche Camps y el Dr. Andrés Valdez Zepeda constituye una significativa aportación en la discusión sobre las estrategias conducentes a solucionar la problemática de las cuencas hidrológicas. El acercamiento holístico y multidisciplinario característico del enfoque utilizado en el libro constituye un ejemplo del tipo de análisis requerido para dar solución a la complicada red de problemas (económicos, sociopolíticos y ambientales) que caracteriza a la situación de las cuencas.

De esta manera, Manuel Guzmán Arroyo describe la situación y problemática del agua desde una perspectiva científica. Andrés Valdez Zepeda describe desde la visión de la gestión pública la problemática del agua en México y en particular la crisis de la cuenca de Chapala. Por su parte Salvador Peniche Camps plantea, desde la perspectiva del desarrollo sustentable, el manejo integral de cuenca para la región.

Por lo anterior, constituye un documento de gran utilidad tanto para el lector especializado como para el lector principiante, ya que trata temas fundamentales y de vanguardia en la problemática de la sustentabilidad de las cuencas hidrológicas.

I. Tonatiuh Bravo Padilla

La problemática del agua en México: apuntes para una solución integral

*Andrés Valdez Zepeda
Manuel Guzmán Arroyo
Salvador Peniche Camps*

El agua es un recurso primordial para el desarrollo; es el sustento que da viabilidad y certeza a una sociedad. Históricamente, las grandes metrópolis han dependido de la extracción del agua, ya sea de acuíferos localizados en el subsuelo donde se asientan o de recursos hidráulicos transportados desde otros lugares. La Ciudad de México, por ejemplo, se abastece principalmente de un acuífero localizado en su subsuelo (72%) y de la importación de agua desde las cuencas del Lerma y Cutzamala, a una distancia de 127 kilómetros y con una elevación neta de 1 200 metros. Por su parte, la ciudad de Guadalajara toma el agua del lago de Chápala, a 43 kilómetros de distancia, del acuífero Tesistán-Atemajac, a las orillas de la ciudad y del sistema regional la Zurda-Calderón, a 31 kilómetros; mientras que Monterrey la obtiene de los acuíferos y manantiales locales (50.7%) y de las presas La Boca y Cerro Prieto (49.3%), a 20 kilómetros de la ciudad.

El abastecimiento del agua potable para las metrópolis es uno de los principales problemas que enfrenta hoy la sociedad mexicana, de igual o mayor magnitud que los problemas de la seguridad pública o de la carterá vencida. La demanda de ese vital líquido mantiene una correlación positiva con el crecimiento de la población, y su disponibilidad está íntimamente ligada a las potencialidades futuras de desarrollo económico y social de las urbes. Por ejemplo, por citar un caso, se considera que dentro de 25 años la demanda de agua en Guadalajara aumentará en 140 por

ciento aproximadamente de 10.7 a 26 metros cúbicos por segundo, demanda que necesitará la búsqueda de fuentes alternas de abastecimiento.

El acelerado crecimiento urbano y demográfico ha dado como resultado no sólo un aumento anual de la demanda del agua, sino también un deterioro de las condiciones naturales de los recursos acuáticos y de los ecosistemas relacionados con ellos. En Monterrey, por ejemplo, para 1992 la demanda de agua ascendió a 14 124 litros por segundo, mientras que el abasto fue de 9 537 litros por segundo, existiendo un déficit del 32 por ciento.

México es un país con gran abundancia de recursos naturales. En materia hidráulica, la riqueza más importantes del país, con la infraestructura de almacenamiento y distribución de agua, con el sistema hidroeléctrico, con la legislación vigente y con la serie de instituciones, dependencias y recursos humanos relacionadas con el uso y manejo de este líquido.

Los recursos hídricos de México se calcularon para 1997 en un billón 570 millones de metros cúbicos. De esta cantidad, 410 mil millones se escurren superficialmente y 40 mil millones se infiltran en el subsuelo para recargar los acuíferos. De las aguas dulces existentes en el país se extraen unos 174 mil millones de metros cúbicos. La presencia de estos recursos constituye una fortaleza relativamente importante para el país.

Como consecuencia de la situación geográfica, la distribución de los recursos hidráulicos es muy irregular a lo largo del territorio nacional, existen grandes diferencias en precipitación media anual y escurrimientos de una región a otra. Por ejemplo, en el 75 por ciento del territorio escurren sólo el 25 por ciento del agua, en cambio, en el restante 25 por ciento del país, se presenta el 75 por ciento de los escurrimientos.

Generalmente, las precipitaciones ocurren en los meses de junio a octubre, siendo el promedio nacional de 777 mm, equivalente a 1 billón 570 millones de metros cúbicos. De esta cantidad, 1 billón 120 millones de metros cúbicos se evapora retornando a la atmósfera 410 millones de metros cúbicos se infiltra en el subsuelo.

Los recursos hidráulicos del país con disponibilidad natural, existentes en lagos, ríos, lagunas, presas y mantos freáticos, se estiman en 450 millones de metros cúbicos. De esta cantidad, se extraen 174 millones de metros cúbicos al año y el resto se localiza en lagos, presas, acuíferos o fluye hacia el mar.

En todo el territorio nacional existen 37 cuencas hidrológicas, con contrastes marcados en cuanto a recursos hídricos disponibles, niveles de consumo, índices de contaminación e infraestructura hidráulica existente. Estas cuencas proporcionan la mayor parte de los recursos hídricos, tanto de agua superficial como de agua subterránea. El uso del agua superficial es destinado en 63.5 por ciento para la generación de la energía eléctrica, 32.9 por ciento en el sector agropecuario, el 1.8 por ciento en el industrial y el 1.8 por ciento para el uso doméstico. En cambio, del agua extraída del subsuelo se destina el 67.9 por ciento para riego, 20 por ciento para consumo urbano, 7.1 por ciento para uso industrial y el 5 por ciento restante para consumo de la población rural. El gasto por habitante en la Zona Metropolitana del Valle de México, sin considerar fugas de red, es de 360 litros por día, en Guadalajara de 285 y en la ciudad de Monterrey de 207 litros.

Sin lugar a duda, hoy día uno de los problemas más graves de la sociedad mexicana es la escasez de agua útil. Este problema, que no es privativo tan sólo de las metrópolis, sino también de una gran cantidad de áreas rurales, representa uno de los retos que la sociedad en su conjunto tendrá que enfrentar en el futuro cercano. La naturaleza del problema es compleja. Por un lado, se encuentra la presencia de graves sequías periódicas en la zona norte del país, que en 1996 afectaron a 22 estados de la República y a más de 680 municipios. Por el otro lado, existe una mayor demanda de este vital líquido para satisfacer las necesidades crecientes de las grandes metrópolis y de sus planes de desarrollo, así como una mayor contaminación de las aguas.

El problema del abastecimiento de agua a los centros urbanos es complicado, demanda soluciones múltiples e integrales que tomen en cuenta las actividades de investigación y evaluación de

los recursos. La sustentabilidad del abastecimiento del agua en las zonas urbanas, además, está sujeta a la capacidad física del sistema hidrológico, a la vulnerabilidad del sistema a la contaminación, a la capacidad institucional para el tratamiento, la distribución y el desecho de aguas residuales y a la capacidad administrativa y tecnológica de la sociedad y el gobierno.

Los problemas más importantes relacionados con el suministro de agua a las metrópolis son: la sobreexplotación de los acuíferos, la contaminación de las aguas, el desperdicio del líquido, la ausencia de instalaciones apropiadas para el tratamiento de las aguas residuales y, sobre todo, la falta de una cultura del agua. A continuación se analizan estos principales problemas de las zonas urbanas del país.

PRINCIPALES PROBLEMAS DEL AGUA EN MÉXICO

Sobreexplotación de los acuíferos

Con el objetivo de solventar la necesidad creciente de agua para los centros urbanos, el hombre ha sobreexplotado los mantos freáticos, ha producido un abatimiento del nivel de los acuíferos y ha causado el deterioro de las zonas acuíferas aledañas a las grandes urbes. Los montos de agua extraídos para satisfacer la creciente demanda de este líquido son enormes. Por ejemplo, hoy día la explotación de agua en la región del Valle de México se estima en 60.3 m³ por segundo, de los cuales 43.0 provienen del subsuelo.

La extracción masiva del agua del subsuelo genera, entre otros problemas, el abatimiento de los niveles hídricos y los asentamientos en las zonas lacustres. La cuenca de la Ciudad de México es un ejemplo clásico que presenta abatimientos de los niveles hídricos entre 1 y 3.5 metros por año y asentamientos en las zonas lacustres de 40 cm por año, en algunos lugares.

Así mismo, la sobreexplotación de los acuíferos y el abatimiento de los niveles producen hundimientos que causan daños considerables al sistema de drenaje y de obras públicas de la gran metrópoli.

Tan sólo en materia de hundimientos, por ejemplo, algunas investigaciones científicas han señalado que desde que se inició la explotación del agua subterránea, del siglo XIX a la fecha, se ha provocado un hundimiento cercano a los 7.5 metros en el centro de la Ciudad de México. Con la sobreexplotación se ha aumentado también el contenido de sales, de arsénico y de flúor en el agua y se ha producido la desecación y fracturación de las capas de arcilla en los acuíferos. La Comarca Lagunera es un caso que ejemplifica cómo la extracción excesiva de agua ha traído como consecuencia altos contenidos de arsénico en este vital líquido.

A nivel general, se estima que la recarga anual de acuíferos en el país asciende a 17 mil 409 millones de metros cúbicos y de 16 mil 395 millones el de extracción, con lo que está a punto de romper el equilibrio y poner en serio riesgo la sustentabilidad de este recurso. Incluso, en algunas zonas, principalmente urbanas, el equilibrio ya se ha roto. Por ejemplo, la sobreexplotación de los mantos freáticos y manantiales del Valle de México es alarmante: de cada 40 metros cúbicos que se extraen del subsuelo, tan sólo se recargan aproximadamente 22, lo que ocasiona un serio agravamiento y merma de estos recursos.

La contaminación del agua

El problema de contaminación en las grandes urbes no se reduce al deterioro de la calidad del aire, sino que abarca también la contaminación del agua, tanto subterránea como superficial. La contaminación se produce principalmente debido a la rápida industrialización y urbanización sin salvaguardias ambientales adecuadas y por la falta de cuidados de los desechos que la actividad industrial, doméstica y comercial produce. La contaminación del agua representa un grave riesgo para la salud pública, demanda una gran inversión económica para su saneamiento y pone en riesgo la sustentabilidad de este recurso.

La contaminación del agua superficial y de los mantos freáticos se produce por diferentes vías. Algunas de ellas son los desechos industriales, las aguas residuales y la contaminación térmica

por el uso de este líquido en plantas de generación de energía eléctrica. Desdichadamente, los problemas de degradación de la calidad del agua del subsuelo se detectan una vez que el agua, proveniente de los pozos, ha sido seriamente afectada por algún tipo de contaminante, ya sea por la intrusión de gérmenes patógenos, contaminantes tóxicos, metales pesados o compuestos orgánicos.

La posibilidad de que los contaminantes se filtren y contaminen el agua del subsuelo depende de varios factores como lo son la morfología y composición de los suelos, los niveles freáticos, la tasa de recarga y las características de las formaciones geológicas de la región.

De acuerdo con información de la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua, se estima que el 6.7 por ciento del agua de los mantos freáticos, cuencas hidrológicas, mantos subterráneos, puertos industriales y centros turísticos están excesiva o fuertemente contaminados.

Las regiones con mayor cantidad de mantos freáticos contaminados son la Comarca Lagunera, el Valle de México y la Península de Yucatán. Los que presentan intrusión salina son los acuíferos de los valles de Santo Domingo, de Guaymas, las costas de Hermosillo, Vizcaíno y la Paz. En cuanto a degradación del recurso por infiltración de aguas superficiales contaminadas, sobresalen los acuíferos del Valle de México, del Valle de Tula y de Mérida.

La contaminación del agua también se da en las tuberías que transportan el agua de las plantas potabilizadoras hacia las tomas domiciliarias. La contaminación se produce principalmente por plomo, óxidos y por la intrusión de gérmenes en las redes dañadas o en los pozos de abastecimiento. En algunos lugares, el problema de la contaminación es grave. El 23 por ciento de los 242 pozos de abastecimiento de agua que surten al área de servicio del Estado de México, por ejemplo, no cumplen con las normas establecidas para bacterias coliformes y el 11 por ciento no lo hacen con las normas relativas a constituyentes inorgánicos.

El uso irracional del agua y la cultura del desperdicio

La cultura que ha caracterizado a una mayor parte de los mexicanos ha sido la del desperdicio e irresponsabilidad para el manejo del agua. Mientras el agua se desperdicia en las grandes ciudades, el problema de la disponibilidad de este líquido se hace crítico de manera periódica en la zona norte del país.

El manejo irracional de este recurso se pone de manifiesto en un dato muy singular a nivel micro: de acuerdo con el expresidente de la Comisión de Uso y Aprovechamiento de Bienes y Servicios Públicos de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, Francisco González, las personas gastan casi cuatro vasos de agua para lavar un vaso. Los desperdicios a nivel macro también son alarmantes: de los 60.3 mil litros de agua que entran en la Ciudad de México cada segundo (39.3 mil para el Distrito Federal y 21 mil para los municipios conurbados), se desperdicia casi el 40 por ciento; es decir, unos 24 mil litros, que permitirían abastecer de agua a ciudades como Guadalajara, León, Madrid o Roma. De ese porcentaje, casi el 30 por ciento se fuga en las antiguas redes de abasto, las cuales tienen en su mayoría 40 años de antigüedad; el resto se desperdicia en los hogares y en los centros de trabajo. Para el caso de la Zona Metropolitana de Guadalajara, la segunda concentración urbana más grande del país, el desperdicio del agua potable es de 43 por ciento, ya que el 14 por ciento de la más de 860 mil tomas de la metrópoli registran fuga de agua, entre otras causas por deficiencia en la red de distribución y por las tomas clandestinas.

Falta de tratamiento de aguas residuales

Otro de los graves problemas del agua es, sin duda, la falta de tratamiento de las aguas residuales. De acuerdo al documento «Problemática y oportunidades de la gestión ambiental en los municipios metropolitanos», presentado en mayo de 1996 por la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, tan sólo el 10 por ciento del agua contaminada recibe algún tipo de tratamiento, el resto se deja escurrir al subsuelo, corre por los ríos y se incor-

pora al mar. En algunos casos, las aguas residuales, sin tratamiento previo, se utilizan para la irrigación, como sucede con cerca de 80 000 hectáreas de sembradíos en el Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo, que son irrigadas con las aguas negras de la Ciudad de México, lo que genera problemas de salud a los que cultivan y consumen los productos agrícolas.

El diez por ciento de las aguas tratadas se utilizan en diferentes proyectos para la recarga de los acuíferos y para la irrigación de las zonas arboladas y escénicas de la zona urbana. Para el caso de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México existían, en 1992, trece plantas de tratamiento de aguas residuales en el Distrito Federal y catorce en el área de servicio del Estado de México.

La red de agua y alcantarillado para las metrópolis es de gran longitud. En la Ciudad de México, la red del sistema abarca de diez mil kilómetros de largo, 68 estaciones de bombeo, numerosos diques y lagunas para el control del flujo acuático, 111 kilómetros de canales abiertos, 42 kilómetros de ríos utilizados, principalmente, para drenaje y 118 kilómetros de túneles. En Monterrey, la red de alcantarillado abarcaba 3 800 kilómetros, en agosto de 1992. A lo largo de esas redes se extienden los malos olores, la contaminación ambiental y se presentan múltiples fugas.

El agua en el medio rural

El agua juega un papel restrictivo y condicionante en el desarrollo de la agricultura. Las potencialidades de incremento de la producción de alimentos se ven seriamente afectadas por la falta de humedad. En este sentido, la paradoja que enfrenta este sector primario es, por un lado, satisfacer una necesidad creciente de alimentos y, por el otro, tener una disponibilidad cada vez menor de agua.

Parte de la precipitación que puede ser provechosa y económicamente utilizada, está en función de numerosos factores tales como el clima, la geología, la topografía, la estructura del suelo y su cubierta vegetal. De la superficie territorial de nuestro país, se dedican al uso agrícola 31.7 millones de hectáreas, de las cuales

82 por ciento es de temporal y el 18 por ciento restante (seis millones de hectáreas) cuenta con sistemas de riego.

La principal problemática del agua en el medio rural es la distribución desigual de las precipitaciones y las sequías, la sobre-explotación y el uso irracional de este recurso y la contaminación.

México presenta una distribución contrastante de humedad y de sus precipitaciones pluviales. De acuerdo con la distribución geográfica de la lluvia y la temperatura, 52.7 por ciento del territorio nacional tiene un déficit hídrico presentando climas desérticos, áridos y semiáridos, mientras que el 47.3 por ciento restante es subhúmedo y húmedo. Esta situación de desigualdad genera que, por un lado, se presenten inundaciones y abundancia de agua en algunas regiones, principalmente al sur y sureste de la República, y por el otro, paradójicamente, que varias zonas sufran la escasez de este líquido.

En cuanto al uso irracional, se dan principalmente en los distritos de riego. La sobreexplotación de las cuencas se produce por la creciente demanda de agua potable para el uso agrícola, el despilfarro y la deficiencia de la infraestructura en los diversos distritos de riego. El uso de prácticas de riego, como la anegación de los surcos, hace también que el desperdicio de agua sean elevados ya que una gran cantidad de este líquido se infiltra en el subsuelo o alimenta a las malezas.

La contaminación de las corrientes de agua superficiales en el medio rural se produce por la presencia de sales, desechos domésticos y por el uso de químicos en las labores agrícolas. Entre las corrientes de aguas superficiales más contaminadas del país, se encuentran las cuencas de los ríos Lerma, Chapala, Santiago, San Juan, Balsas, Blanco, Pánuco, Nazas y Bravo.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El agua es la herencia más preciada que debemos cuidar para las generaciones futuras. De su disponibilidad dependerán las potencialidades de desarrollo y grandeza de las metrópolis y de los nú-

cleos de población rural del próximo milenio. Por ello, se necesitan realizar esfuerzos en diferentes áreas encaminadas a lograr solucionar el problema de la escasez de agua, fomentar una cultura de uso racional de este líquido y eficientar los sistemas de distribución y administración.

Una solución integral al problema de la escasez del agua tiene que pasar por las adecuaciones y el cumplimiento del marco normativo actualmente existente, el establecimiento de campañas educativas y el impulso de programas para un uso adecuado de este vital líquido. A continuación se enlistan las principales alternativas, que a juicio de los autores, son necesarios para solventar la compleja problemática del agua.

Cumplimiento del marco normativo y fomento de la desregulación de los servicios de agua

El agua es un bien de la nación, según lo señala el artículo 27 constitucional. La legislación que se ocupa de reglamentar el uso y aprovechamiento del agua, básicamente se concentra en cuatro leyes generales y en sus respectivos reglamentos: la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y la Ley General de Salud.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, promulgada en 1988, busca la conservación y protección general de los recursos naturales; la Ley de Aguas Nacionales, aprobada en 1992, tiene por objeto regular la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo integral sustentable; la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, promulgada el 1 de julio de 1992, establece el sistema general de unidades de medida referidas a la conservación, seguridad y calidad en la explotación, uso, aprovechamiento y administración de las aguas nacionales; y la Ley general de Salud, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de junio de 1991, certifica la calidad del agua para el consumo humano y

establece una serie de requerimientos para los sistemas de abastecimiento de agua, el transporte del agua potable y los distintos procedimientos de muestreo.

Las dependencias gubernamentales con jurisdicción para intervenir en asuntos relacionados con el agua son: La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, la Comisión Nacional del Agua, la Secretaría de Salud, la Suprema Corte de Justicia de la Nación, La Secretaría de Desarrollo Social, la Procuraduría Federal del Medio Ambiente y las diferentes dependencias locales en las entidades federativas.

La legislación vigente permite que se privatice y desregule la administración de los servicios del agua y drenaje, con lo que se autoriza que el capital privado pueda intervenir en la prestación de este servicio. De hecho, en algunos casos, como en el Distrito Federal, ya se ha concesionado, por un período de 10 años, parte del servicio de mantenimiento y operación de la red de agua potable y alcantarillado a cuatro empresas con capital nacional y extranjero. En el caso de algunas ciudades del interior de la República, el agua también, por ejemplo, en Aguascalientes se concesiona a la empresa CAASA, filial del grupo ICA.

A nivel nacional, por cuestiones históricas existe una gran presión social para que este recurso no se privatice y siga otorgándose de manera altamente subsidiada a la población. Sin embargo, los subsidios y la subvaluación del agua ha producido distintos problemas, como son un mayor consumo, un uso irracional del mismo y una deuda financiera enorme de las instituciones encargadas de suministrar este servicio.

Las actuales políticas populistas en materia de agua ya no son sostenibles. Las altas subvenciones han ocasionado que las dependencias encargadas del suministro del agua se encuentren inmersas en una severa crisis financiera.

Por ejemplo, en el Distrito Federal el subsidio anual para el servicio de agua y drenaje asciende a más de 3 000 millones de pesos. Para el caso de la Zona Metropolitana de Guadalajara, la deuda del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarilla-

do (SIAPA), para julio de 1996, equivalió a casi 2.5 veces su presupuesto anual.

El agua es un bien económico que se tiene que usar de manera eficiente y racional. Las políticas en esta materia para el presente y futuro, que en algunas regiones del país ya empiezan a implementarse, tienen que tender a reducir el gasto y aumentar la recuperación de los costos, fomentando la participación del capital privado como ha pasado en otros países. La actualización de los aranceles del servicio de agua tiene que realizarse de manera gradual, tratando de evitar conflictos sociales y políticos, y sobre todo, buscando la racionalización de la agua y su uso eficiente. Las políticas de desregulación deben estar orientadas a diversificar las fuentes de financiamiento, jerarquizar los recursos de inversión dirigidos a mejorar la prestación del servicio y, sobre todo, a proteger a los usuarios.

Para fomentar el ahorro en materia de agua es recomendable que se estandarice un sistema nacional de tarifas que graven al consumo y estimule el ahorro, y que sean diferenciadas para el uso doméstico, industrial y de servicios. La diferenciación de aranceles para estos sectores es necesario, ya que algunas ramas industriales y de servicios pueden usar aguas tratadas en sus procesos productivos.

El principio básico de las tarifas debe ser, «que más pague, el que más consume», ofreciendo agua barata a los consumidores ahorradores y agua cara para los despilfarradores, buscando, ante todo, terminar con los malos hábitos relacionados con el uso del agua. Para ello, se hace necesario elaborar y, en su caso, actualizar el padrón de usuarios en toda la República, regularizar las tomas, instalar un sistema de medición adecuado, incluyendo a los consumidores en pequeño, y levantar un catastro de redes primarias y secundarias de aguas potables, residuales y tratadas a nivel nacional.

Mediante la apertura de nuevos espacios para las empresas privadas se deben promover esquemas de riesgo compartido, conversiones y concesiones totales, garantizando a la sociedad un ser-

vicio de mayor calidad. Para solventar las deudas que han contraído las empresas públicas estatales y municipales de abastecimiento de agua, se puede pensar en el otorgamiento de facilidades de pago a los usuarios morosos o la creación de impuestos especiales a la venta de licores, tabaco y a la gasolina, más no es recomendable la condonación de los pagos atrasados, como ha sucedido en la ciudad de Aguascalientes, ya que esto puede generar tendencias y presiones futuras favorables a las condonaciones.

En el área de administración y comercialización se tiene que medir con precisión el consumo, y reparar o reponer medidores defectuosos, proporcionar un adecuado mantenimiento a las redes, introducir un sistema administrativo tecnificado y, sobre todo, capacitar al personal.

Por último, se debe aplicar de manera estricta la legislación vigente, ya que el análisis efectuado muestra que es avanzada y adecuada para lograr un mejor aprovechamiento de las aguas nacionales, una eficiente conservación de este recurso y el castigo a los infractores.

Reconvertir la actual cultura del consumismo

Por desgracia, la constante búsqueda que han emprendido los países desarrollados por proporcionar una mayor cantidad de satisfactores materiales a sus habitantes, ha sido imitada por naciones en vías de desarrollo como México. Esta dinámica ha generado una cultura del máximo consumo y del despilfarro. Esta situación ha originado altos consumos innecesarios de agua para uso doméstico, industrial o agropecuario por todos los sectores sociales.

Puesto que el recurso hídrico no es ilimitado y su costo aumentará a medida que las fuentes de aprovechamiento se encuentren más distantes de los centros de consumo, las prácticas de conservación deben alentarse tanto a nivel público como privado.

Un programa serio de uso y conservación del agua que permita impulsar un desarrollo integral sustentable tiene necesariamente que incluir medidas punitivas, así como educativas. Con las

medidas punitivas se pretende castigar el uso inadecuado de este recurso, mientras que con las medidas educativas se busca fomentar una cultura de valoración y conservación del agua, que hasta el momento no existe en amplios sectores de la población mexicana.

Hasta hoy, se han impulsado por diferentes instancias gubernamentales y organizaciones intermedias de la sociedad civil, campañas de concienciación sobre el uso del agua. Sin embargo, estos trabajos, aunque encomiables, no han sido permanentes, ni sistemáticos y se han presentado como esfuerzos aislados de instancias bien intencionadas, pero sin una coordinación, planeación y evaluación adecuada. Lo recomendable sería que se organizara una campaña nacional permanente de educación y concienciación sobre el uso de agua.

En especial, hace falta una mayor información de parte de las autoridades hacia los habitantes. Es necesario decirle al ciudadano, cuánto cuesta traer el agua de los diferentes centros de abastecimiento que no están en las zonas urbanas e informarles también cuánto dinero se gasta en proporcionar el agua que llega a sus hogares o centros de trabajo.

Sería conveniente, además, que la educación ambiental y el desarrollo sostenible se incluyeran en la currícula del sistema escolarizado de educación primaria, secundaria y media superior. Con esta medida, se lograría influir en la construcción y fomento de una cultura de valoración y uso racional de los recursos naturales, donde el agua recibiría una atención importante.

Con el fomento de una cultura del agua, las nuevas generaciones valorarían, lo que hasta hoy no se ha logrado en un sector considerable de adultos, la «importancia estratégica» que tiene este recurso para el desarrollo nacional, y estarían educados con una perspectiva que permita el uso racional y eficiente del agua en el futuro. El abandono de la cultura del consumismo, permitirá un uso racional de los recursos naturales y sentará las bases para un desarrollo sustentable.

ciertas corrientes, mejora en la utilización de recursos de agua y el pretratamiento, a fin de conseguir calidades establecidas para vertido alcantarillado.

El tratamiento de las aguas residuales es otra alternativa que debe seguir impulsándose de manera más amplia en todos los centros urbanos e industriales del país. El reciclado de aguas residuales constituye un apoyo para el ahorro en todos los sentidos, ya que las posibilidades de uso del agua tratada son muy amplias y pueden ser aprovechadas por el sector industrial y de servicios en los procesos de enfriamiento y limpieza, así como en el lavado de automotores y riego de áreas verdes.

De hecho, hay zonas industriales que ya están usando el agua residual tratada, como las zonas de Vallejo, Iztapalapa e Iztacalco de la Ciudad de México, donde las industrias tienen tomas con aguas residuales. Sin embargo, en esta área se necesita invertir mayores recursos en programas de planeación y construcción de plantas de tratamiento. Estos programas demandan inversiones multimillonarias, las cuales no pueden ser cubiertas únicamente por medio de los recursos públicos. Por ello, se hace pertinente recalcar la necesidad de las inversiones privadas y la búsqueda de esquemas de riesgo compartido y de conversiones.

Por último, en zonas áridas y semiáridas la captación del agua de lluvia mediante la construcción de diferentes colectores en los hogares y centros de trabajo puede resultar adecuado, principalmente para asentamientos humanos dispersos.

Involucrar a la sociedad en la toma de decisiones

Sin agua, cesa la vida y el desarrollo. La escasez de este líquido constituye un grave problema para tres aspectos fundamentales de la existencia humana: la producción de alimentos, la salud del medio acuático y la estabilidad política y social. Generalmente, la disponibilidad de agua potable y del drenaje es un indicador que sirve para determinar el nivel de vida de una sociedad.

El abastecimiento del agua, no es solamente un problema técnico o económico, sino también un problema sociopolítico de

amplias magnitudes. Los registros sobre los efectos sociales de la falta de lluvia son tan remotos que la leyenda de la caída del imperio tolteca menciona una prolongada sequía como una de las causas de la desaparición de ese Estado.

En la historia contemporánea del país se registra que la carencia de lluvias ha producido grandes movimientos migratorios, propagación e intensificación de epidemias, paro en las actividades económicas, tensión social en las ciudades y, en ocasiones, manifestación de descontento popular.

En torno a la disponibilidad o escasez de este recurso se aglutinan diferentes movimientos sociopolíticos importantes.

El agua, de hecho, es un servicio público indispensable para el desarrollo económico. Del suministro de este servicio depende, muchas veces, la legitimidad de un gobierno y la estabilidad de un régimen político, principalmente a nivel municipal.

Problemas políticos entre estados y países, en torno al uso del agua en zonas limítrofes, han sido comunes. En México, el ejemplo más reciente, lo constituyó la disputa por el agua de la presa El Cuchillo, entre el estado de Nuevo León y Tamaulipas. A nivel internacional también se han presentado conflictos por el agua, ya que la mitad de la población del mundo vive en cuencas compartidas. Esta realidad hace necesario concertar acciones conjuntas entre los países donde se comparten cuencas comunes y ríos transnacionales.

Por sus implicaciones sociopolíticas, se necesita un manejo cuidadoso de los asuntos relacionados con el agua y el involucramiento de un mayor número de usuarios en la prestación, administración, auditoría y control del recurso. Se necesita, además, adoptar un sistema de participación de los usuarios en la conservación y explotación, en proyectos de ingeniería y en otras obras de infraestructura.

Reducir los índices de contaminación del agua por las industrias

La disponibilidad de agua es un factor cada vez más preponderan-

fabricantes de equipos y accesorios para los sanitarios, con la finalidad de producir tan sólo inodoros de bajo consumo.

Se ha determinado además, a través de diversos estudios, que las fugas de agua ocurren con mayor frecuencia en la caja de los excusados, por fallas de las válvulas de llenado y descarga; en los lavabos, fregaderos y regaderas por desgaste o defecto de los empaques; en los tinacos y aljibes, por mal funcionamiento de sus válvulas de llenado. Por ello, la colaboración ciudadana a través del reporte de fugas, uso de inodoros económicos, prácticas de ahorro del líquido, etc., representa un factor indispensable para reducir los desperdicios e incrementar el ahorro.

Ante la magnitud de las fugas, se necesitan reforzar acciones para reducir al mínimo la pérdida de este vital líquido en las redes de agua, tanto en la ciudad como en el campo. Las fugas en el sistema se pueden detectar de múltiples formas, ya sea por medio de la instalación de medidores en las casas habitación, actualizando los registros de las conexiones, mediante la realización de mediciones sistemáticas y de segmento. Asimismo, se requiere el mantenimiento y renovación de las redes deterioradas por el tiempo, los hundimientos y los temblores.

Aumentar el reciclado de aguas residuales y la recarga de acuíferos

El abatimiento de las aguas subterráneas es otro problema que demanda la acción firme y decidida de la sociedad en su conjunto con el objetivo de lograr una recuperación del nivel de los mantos freáticos y así asegurar la disponibilidad de agua para las generaciones futuras. Para solventar este problema, son varias las alternativas posibles que deben ser exploradas y valoradas, y que en algunas partes del país, principalmente en las grandes metrópolis, ya son implementadas, como lo es la construcción de colectores, la recarga artificial de acuíferos y el reciclado de aguas residuales.

Con la construcción de colectores, lo que se pretende es conducir los escurrimientos pluviales hacia un lugar de almacenamiento, donde puedan ser tratados para su uso y así evitar inundaciones.

La construcción de colectores es una práctica generalizada en países desarrollados, por ejemplo, en los Estados Unidos, en los tiempos de lluvias, utilizan grandes cavernas como depósitos de agua, los están llenando constantemente para que el día que se haga necesario simplemente la utilicen a través de filtros.

Con la recarga de acuíferos se busca recuperar los niveles de las aguas del subsuelo, pero sobre esto se tiene que ser sumamente cuidadoso para evitar la contaminación de los mantos freáticos por sales, gérmenes patógenos, metales pesados y otros desechos industriales. Un ejemplo exitoso de una zona que aprovecha las aguas de lluvia desde hace cuarenta años en el caso de la colonia Chapalita, en Guadalajara. En esta colonia se diseñó en 1955 una sencilla red de pozos de captación que ha permitido, hasta la fecha, captar el 95 por ciento de toda el agua de lluvia que cae. Es tal su aprovechamiento, que los acuíferos del lugar aportan un 70 por ciento o más del agua que necesita la población de Chapalita.

Para realizar una recarga artificial de los acuíferos, además de recursos económicos, se necesita ampliar los estudios para conocer la litología, la geometría y la estructura de los acuíferos. Estos estudios pueden realizarse a través de reconocimientos hidrogeológicos, procesos de fotointerpretación, pozos exploratorios, métodos geofísicos y técnicas de percepción remota.

Sería conveniente, además, que a nivel nacional todos los reglamentos de urbanización contemplaran disposiciones que especifiquen que, si técnicamente es posible, en la construcción de nuevos fraccionamientos se construyan pozos de absorción y que el número de éstos dependerá del terreno y de la obra a realizarse, así como del carácter de los suelos, de su permeabilidad, del nivel de los mantos freáticos existentes y de los niveles de precipitación pluviométrica del lugar.

El tratamiento de las aguas residuales es un campo muy amplio que agrupa actividades tales como investigación en planta para determinar las corrientes individuales y su contaminación, cambios en procesos para reducir volúmenes y contaminación de

Reducir el crecimiento y la alta concentración demográfica

Uno de los factores que está en relación directa con una mayor demanda de agua es el crecimiento demográfico y urbano del país. Actualmente, la población de México alcanza cerca de los 100 millones. Dentro de un marco de subdesarrollo, el crecimiento de la población y su alta concentración en las zonas urbanas agravan las condiciones de pobreza, deterioran el medio ambiente y aumentan la demanda de agua. De hecho, muchos de los problemas que sufre México tienen que ver con la dinámica demográfica.

A nivel global, la obtención de grano suficiente par los 90 millones de habitantes que cada año se suman a la población mundial, exige 27 mil millones más de metros cúbicos de agua. El grado de urbanización de la sociedad ha llegado también a ser alarmante. Por ejemplo, en 1930 cerca de 14 por ciento de la población mundial vivía en las ciudades y para 1980 la cifra había superado el 40 por ciento. Hoy día, en México se calcula que la población que vive en centros urbanos alcanza más del 70 por ciento.

Esta cadena insostenible que asocia a un mayor crecimiento demográfico una mayor demanda y desperdicio de agua, necesita ser frenada, para asegurar un desarrollo sustentable. Por ello, se requieren acciones serias que desestimulen el crecimiento de las grandes metrópolis y fomenten el desarrollo de la vida en los pequeños y medianos centros urbanos.

Constantemente se habla de la necesidad de reforzar las ciudades medias y desestimar los crecimientos de las megaciudades. Sin embargo, las políticas en beneficio del medio rural y de las pequeñas poblaciones, tradicionalmente, quedan tan sólo en planteamientos discursivos. Por ello, una de las acciones en esta materia debe ser el impulso serio y decidido de políticas que permitan la capitalización del campo y el mejoramiento de las condiciones y de los ingresos de los pobladores rurales. Sólo de esta manera será posible detener los flujos migratorios y el abandono del campo mexicano. La tendencia futura debe buscar revertir la actual dirección de los flujos migratorios, de las grandes ciudades hacia las pequeñas y medianas urbes y hacia el medio rural.

Aunado a esto, se tienen que reforzar los programas orientados a la planificación familiar y a reducir los índices de crecimiento demográfico, ya que un mayor número de mexicano implica una mayor demanda de servicios de agua y una aguda competencia sobre los bienes públicos actualmente existentes. El control demográfico, en última instancia, debe buscar el mejoramiento de la calidad de vida y el uso de los recursos naturales de manera razonable.

Disminuir fugas y fomentar el ahorro

Una solución al problema del agua en las zonas urbanas no es algo sencillo. En adición al cumplimiento del marco legal, a una mayor desregularización de los servicios de agua y a una actualización de los aranceles sugerido anteriormente, se necesitan acciones encaminadas a reducir las fugas de agua.

Las fugas de las redes de agua potable son enormes. De acuerdo con las estadísticas disponibles, las fugas de las redes de agua potable alcanzan el promedio nacional de 40 por ciento. Tan sólo en la Ciudad de México, donde se ha invertido una gran cantidad de recursos en la reparación de redes defectuosa y en la eliminación de fugas, las pérdidas por concepto de fugas son del orden del 40 por ciento. En la Zona Metropolitana de Guadalajara las fugas comprenden el 43 por ciento del agua que se suministra a la metrópoli.

Por otro lado, de acuerdo con el INEGI, del agua para consumo doméstico en el Valle de México se utiliza, en un 40 por ciento para inodoros, en un 30 por ciento en la regadera y el lavado, en un 15 por ciento en la lavadora y el resto en actividades menores.

Para ahorrar agua se necesita también un cambio en los muebles y accesorios de baños existentes en muchos hogares y centros de trabajo por unos de menor capacidad.

Los viejos inodoros tienen una capacidad de 16 litros y los nuevos de hasta 6 litros, con lo que se reduce significativamente el uso de agua por este concepto. El cambio de accesorios de baño ya se ha realizado en muchos lugares de la Ciudad de México, pero esta medida no se ha generalizado en el país. Al respecto, se sugiere, a nivel nacional, también asumir un control completo de los

te en el desarrollo de la industria, que llega a ser decisivo para aquellas actividades que consumen grandes volúmenes de este elemento, como las plantas generadoras de electricidad. De las aguas superficiales, el 1.8 por ciento se usa en el sector industrial y de las aguas del subsuelo, el 7.1 por ciento. Las descargas de aguas residuales industriales son aproximadamente de 82.9 metros cúbicos por segundo.

Las industrias originan, como parte de sus procesos productivos, una serie de desperdicios, como materias inflamables, explosivos, sólidos suspendidos en cantidades excesivas, grasas, ácidos o materias tóxicas como fenoles, cianuros, metales pesados o sustancias radioactivas. Las industrias que más contaminan el agua en el país son la del azúcar, con un 53 por ciento; la de bebidas y alcohol, con un 10 por ciento cada una; seguidas de la alimenticia, la metálica básica y la química, que aportan individualmente alrededor de 5 por ciento de residuos sólidos.

La contaminación industrial es fuente de enfermedades extrañas y, a veces, fatales para el hombre, también es culpable de una gran parte del deterioro del ambiente natural. Hasta la fecha, no existe un padrón actualizado del consumo de aguas en las industrias, por lo que se recomienda la realización de censos en estas áreas.

De acuerdo con Greenpeace-México, aproximadamente el 70 por ciento de las emisiones y desechos generados en los procesos industriales se pueden evitar desde sus fuentes, utilizando procedimientos técnicamente factibles, económicamente rentables y tecnologías ya disponibles. Ante esto, se recomienda promover el uso de tecnologías en las industrias que permita lograr una producción limpia, no contaminante, ya que la calidad ambiental es un parámetro importante para determinar los niveles de competitividad global de un país.

Por la peligrosidad de los desechos, se aconseja también ampliar la instalación de redes especiales para los desechos industriales, que separen estos contaminantes de los desperdicios domésticos. Por último, se debe buscar que la industria no contamine

o lo haga mínimamente y que la emisión de contaminantes sea sujeta de un gravamen impositivo.

Apoyar la investigación científica y tecnológica

La ciencia puede otorgar importantes contribuciones para solventar la compleja problemática del agua y puede permitir un uso más racional. Las principales instituciones que pueden contribuir a solventar la problemática del agua son: el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, la Comisión Nacional del Agua y los centros de educación superior del país. Por su parte, el fortalecimiento del Sistema Meteorológico Nacional podría apoyar el desarrollo de investigaciones proporcionando una mayor calidad de la información meteorológica e hidrológica.

Las áreas de investigación son varias y las tareas que ha que emprender son también diversas. En primer lugar, no se puede administrar bien un recurso cuyas magnitudes no se conocen. Por ello, una de las tareas de toda investigación debe partir de un diagnóstico del recurso. Como parte de este diagnóstico, los estudios y mediciones realizadas en las diversas regiones del país necesitan ser ampliadas para permitir una mayor consistencia de toda la información. Se recomienda también que se incrementen los estudios por cuenca, así como la confección de atlas actualizados de hidrogramas unitarios periódicamente de los ríos de México, considerando un mayor número de variables.

El conocimiento de los potenciales del agua establecerá cierta certidumbre para un esquema tentativo de desarrollo de recursos hidráulicos donde se tomen en cuenta las cantidades y las calidades.

El conocimiento preciso de los recursos hídricos de México permitirá, además, determinar la extracción límite, o sea la máxima cantidad de agua que pueda sacarse económicamente de una cuenca, sin producir resultados indeseables en su relación con la recarga y los escurrimientos superficiales en la misma cuenca.

En materia de formación de recursos científico-técnicos existe un claro déficit, principalmente a nivel de posgraduados. Por lo

tanto, se hace necesario una mayor capacitación de personal en materia hidrológica a nivel técnico y profesional y un mayor impulso a la formación especializada en esta área. En particular, se necesita redoblar esfuerzos para formar más hidrólogos, ingenieros hidráulicos, geólogos y ecólogos.

En cuanto a estudios básicos de investigación, se aconseja impulsar el desarrollo de laboratorios universitarios de investigación hidráulica y sanitaria, equipándolos de forma adecuada a fin de que puedan cumplir con la urgente tarea que demandarán los estudios para la ejecución de las diversas obras hidráulicas y para la conservación de la salud pública.

Un problema muy común de las aguas subterráneas es su contenido iónico, por lo que se deben impulsar proyectos de investigación tendientes a explorar las diferentes alternativas sobre desmineralización del agua y sus costos.

La coordinación entre la sociedad, el gobierno e instituciones de educación e investigación sobre recursos hídricos es fundamental. Por ello, se recomienda que las instituciones o agencias responsables de la prospección, alumbramiento y control de uso de las aguas sean coordinadas con las que realizan estudios geológicos y hacen investigación sobre el agua y que todas estas instituciones mantengan una estrecha relación con la sociedad.

Reducir la contaminación

a) Del agua subterránea en los centros urbanos. La contaminación de las aguas del subsuelo para el consumo de las zonas urbanas es otra problemática crítica que se ha observado en los últimos años. Los orígenes de las fuentes de contaminación son los desechos industriales, los desperdicios domésticos y la falta de cuidados sobre este recurso.

Respecto al grave problema de la contaminación de los cauces del agua en las proximidades de las concentraciones humanas e industriales del país, es notoria la falta de información verídica y homogénea, de estudios sistemáticos y de estrategias diseñadas adecuadamente para estudiar el problema y aplicar las medidas

correctivas oportunas. Por ello, se recomienda impulsar acciones en esta dirección.

Se sugiere además, a mediano y largo plazos, el saneamiento de mantos freáticos y de los depósitos de aguas subterránea contaminados. En los lugares donde no existe el servicio de alcantarillado, se recomienda aumentar esfuerzos en la construcción de fosas sépticas.

En algunos lugares de la república mexicana, la circulación lenta del agua en los depósitos loésicos hacen que el agua freática sea de alto contenido iónico en grandes áreas y que su potencial de uso sea limitado. Por ello, se recomienda usar diferentes procedimientos desmineralizadores. Entre los procedimientos desmineralizadores actualmente en uso en algunos lugares que pudiera aplicarse más ampliamente está el de electrodiálisis, especialmente adaptable para la conversión de agua salobre. La aplicación de otros métodos puede mejorar la calidad del agua, especialmente donde ésta presenta niveles altos de cromo, como es el caso de León, Guanajuato.

En materia de control de la contaminación de las aguas, se recomienda fortalecer la Procuraduría del Medio Ambiente como el organismo coordinador de la acción regulatoria y punitiva en esta materia.

b) De los ríos y las aguas superficiales. Por lo general, las grandes ciudades vierten sus desechos en ríos o en el mar sin tratamiento alguno. Diversos estudios estiman que el 80 por ciento de los desechos agrícolas, de los residuos industriales y de aguas negras fluyen al mar contaminando todo a su paso; provocando daño en su trayecto a los ríos, arroyos y a los depósitos de aguas superficiales.

De acuerdo con Greenpeace-México, un tercio de las corrientes acuíferas del Valle de México están convertidas en depósitos de basura y sólo el 25 por ciento de su aguas pueden beberse sin tratamientos previos, como consecuencia de la contaminación producida por los desechos industriales y urbanos. Esta misma problemática trágica se presenta en pequeños y grandes corrien-

tes superficiales, como son los casos de los ríos Ameca, en Jalisco, y el Lerma, en gran parte de su trayecto, como por ejemplo en la Piedad, Michoacán.

La primera causa del deterioro extensivo de la calidad del agua de los ríos es, sin duda, el incremento constante de la población, la ausencia de instalaciones apropiadas para el tratamiento de las aguas residuales, la falta de salvaguardias y de una conciencia ecológica en una gran parte de la población mexicana.

Un ejemplo que muestra la ignorancia y la irresponsabilidad en el manejo de los recursos hidráulicos en algunas partes del país, lo constituye el caso del municipio de Cabo Corrientes, Jalisco, donde cuatro sujetos arrojaron veneno al río Los Horcones con la finalidad de luego recolectar langostinos muertos y venderlos a la población.

Ante la problemática compleja del agua de los ríos, se necesita combatir la contaminación a través de medidas eficaces que controlen los elementos contaminantes en su lugar de origen, antes de que lleguen a las aguas de los ríos y arroyos. La legislación ambiental y de aguas, que es muy avanzada comparada con la existente en otros países, debe cumplirse estrictamente. Además, se deben limpiar y desasolar los ríos, arroyos y depósitos de aguas superficiales.

Se debe incluir también en el concepto de manejo de cuenca la idea de prevención de la contaminación de las aguas y su correlación, señalando la necesidad de realizar un muestreo con frecuencia fija de los diversos ríos del país. Se aconseja, además, la confección y sostenimiento de programas para simulación digital de otras variables sobre mecánica de las cuencas.

Las plantas termoeléctricas, creadas para satisfacer también la creciente demanda de energía eléctrica, se han instalado en lugares donde la disponibilidad de agua es abundante, ocasionando contaminación térmica de los ríos. Ante ello, y por la persistente contaminación producida por otras fuentes industriales y domésticas, se recomienda crear un sistema impositivo severo que grave la contaminación del agua y se incremente la realización de auditorías ecológicas.

Por último, falta actualizar y modernizar el sistema nacional de monitoreo de la calidad del agua, que permita un conocimiento adecuado y actualizado de los recursos hídricos del país. La existencia de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua, que cuenta con 364 estaciones, representa un paso importante en este sentido, pero se necesita hacerla más funcional y dinámica en cuanto a la generación de información disponible.

Usar tecnología agrícola que demande un menor uso de agua

La agricultura es una de las actividades económicas que mayor recursos de agua demanda. De acuerdo con estudios científicos realizados sobre el consumo de este líquido, la producción de una tonelada de cereales, ya cosechada, requiere unas mil toneladas de agua. El riego de cultivo absorbe tres cuartos del agua dulce utilizada cada año. De esta agua, cerca del 70 por ciento se extrae del subsuelo por razones económicas.

En la agricultura, tanto de riego como de secano, el exceso de agua en el suelo se traduce por la declinación paulatina de los rendimientos, acumulación de sales, erosión, desgaste y agotamiento nutritivo de los suelos.

Los últimos problemas de sequías, que han afectado a la parte norte del país, han agravado la situación del campo y han generado las condiciones adecuadas para pensar en una reformulación de la manera cómo los agricultores tradicionalmente usan el agua. Al respecto, existe una serie de avances tecnológicos usados en otros países que pudieran generar la pauta para la introducción y adaptación negativos en los niveles de productividad.

Por ejemplo, por citar algunas, los modelos matemáticos de cuencas permiten pronosticar el comportamiento actual y futuro de una cuenca, al modificar diferentes variables que inciden en ella, por lo cual se puede lograr un uso más equilibrado y racional del agua.

Entre las innovaciones que se sugiere adoptar en el medio rural está la aplicación de aditivos al suelo para reducir la evapo-

ración y escurrimiento del agua; el fomento de la hidroponía; el uso de metanol y de biopolímeros en los campos agrícolas; el cambio en el patrón de cultivos; el mejoramiento de los sistemas de riego (por goteo y aspersión); la alteración genética de las plantas, el uso de biotecnología y las hibridaciones que pudieran generar plantas que demanden una menor cantidad de humedad y que puedan, sin afectar su productividad, adaptarse a condiciones climáticas áridas o semiáridas.

En adición, sería recomendable la construcción de más presas de almacenamiento que permitan la captación de un mayor volumen de aguas pluviales, evitando su incorporación al mar y buscando su uso agrícola. La construcción de esta infraestructura hidráulica debe tomar en cuenta las políticas y la normatividad ecológica y necesita evitar, al máximo, causar daños irreversibles a los ecosistemas donde se diseñen.

Se hace necesario, también, el reforzamiento de programas de limpieza de la maleza acuática y el mantenimiento de lagos, presas y canales. Con la realización de estas acciones se puede incrementar la capacidad de almacenamiento, captación y disponibilidad del agua. También se recomienda evitar al máximo la contaminación de las aguas por el uso de pesticidas y químicos peligrosos para la salud y el medio ambiente, como los organoclorados.

Para mejorar la eficiencia del riego, es necesario desarrollar y aplicar técnicas y procedimientos que permitan un mayor control de los suministros de agua en sistemas de distribución en distritos de riego. Por ejemplo, una tecnología ya creada es la del riego intermitente, también llamada irrigación por etapas o lapsos de tiempo, que permite una absorción del agua en las cantidades requeridas por los cultivos. La aplicación de estas tecnologías ha permitido ahorros del líquido de hasta 30 por ciento. Otra de las alternativas tecnológicas para mejorar la eficiencia y el uso racional del agua de riego es el desarrollo de dispositivos de control de flujo.

Por último, pudiera pensarse además en la necesidad de una actualización de las tarifas del agua para uso agrícola, introducir

la medición y cobro por consumo, orientado esto a eficientar su uso y reducir los desperdicios.

*Aminorar los efectos de las sequías
y buscar mejorar la distribución de agua en la región*

La presencia de sequías no es un problema nuevo en el país. Tan sólo entre 1910 y 1977 se registraron 38 periodos largos de estiaje. Es decir, casi cada dos años alguna zona rural enfrentaba problemas por la falta de lluvias.

De acuerdo al Programa Hidráulico 1995-2000, en el último medio siglo se han registrado tres periodos de sequías calificados como «críticos», el primero de 1948 a 1954, que ha sido el más severo; el segundo, de 1960 a 1964, de menor intensidad y que afectó a la mayor parte del territorio de la República, y finalmente, el que ocurre desde 1993 y que afecta la parte norte del país.

Dentro de este último periodo, 1996 fue uno de los peores años en materia de sequías. De acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), este año la escasez de agua causó pérdidas por más de 9 mil millones de pesos, dañando 647 000 hectáreas de riego en el ciclo primavera-verano, imposibilitó la siembra de 6 millones de hectáreas y afectó 40 millones de pesos y de 8 millones más para programas de producción de granos básicos.

La sequía en la zona norte del país ha sido un problema complejo que se prolonga ya por cuatro años consecutivos. El prolongado estiaje ocasionó que más de 137 de las presas más grandes del país se encontraran, para junio de 1996, en graves dificultades con niveles históricos, en promedio, del 23 por ciento de su capacidad de almacenamiento.

La sequía es un problema que está ligado a los cambios climáticos y a fenómenos atmosféricos a escala mundial que han afectado gravemente a grandes territorios. La sequía de 1996 en la parte norte del país, mostró la gravedad del problema.

La solución a la escasez del agua en la zona norte no es sencilla, ya que la disponibilidad del líquido depende de fenómenos

físico-atmosféricos en la que el hombre, hasta hoy, tiene nula o poca incidencia. Las alternativas que pudieran presentarse como solución a este problema son muy costosas y, en algunos casos, la tecnología aún no ha producido resultados plenamente satisfactorios. Por ejemplo, la inducción de lluvias por medios artificiales mediante el «bombardeo» de nubes con nitrato de plata o con «nieve carbónica», aplicada a ciertas nubes sobresaturadas, además de su alto costo, hasta la fecha no ha producido los resultados esperados.

La inducción artificial de lluvias mediante un sistema de ionización atmosférica, como las usadas en este año en el estado de Sonora por científicos rusos, ciertamente produjeron lluvias, pero aún no existe certeza de que éstas corresponden a la tecnología aplicada o simplemente las lluvias representaron una singular coincidencia en tiempo y espacio entre fenómenos naturales y la acción humana.

Otra alternativa que pudiera pensarse a mediano y largo plazos para solventar la escasez de agua es la construcción de grandes obras hidráulicas, ríos artificiales y canales que pudieran transportar el agua de las zonas del sureste, donde abunda este recurso, hacia la parte centro y norte del país. Además, en las épocas de grandes precipitaciones, los excedentes de lluvia podrían ser canalizados hacia embalses construidos para tal efecto. Sin embargo, realizar empresas de tal magnitud implican soluciones técnicas sofisticadas, una gran inversión de recursos económicos y estudios serios sobre los impactos ambientales que la modificación de la naturaleza traería sobre los ecosistemas. Por otro lado, la posibilidad de instalar plantas desalinizadoras en las zonas costeras, para surtir del agua a esta parte del país, también implica gastos económicos mayores, la construcción de monumentales obras hidráulicas y programas de investigación en la materia.

Reducir la evaporación en vasos de almacenamiento

La evaporación es un problema grave que abate los niveles hídricos de los vasos y cuerpos de aguas superficiales. Se calcula que la

radiación solar permite convertir en vapor de 2 a 3 litros de agua por metro cúbico de agua por día. Las causas de la evaporación del agua son la insolación, la temperatura ambiente y el viento. A menor grado de humedad atmosférica, mayor evaporación.

Sobre este problema, que representa una parte del ciclo hidrológico, actualmente poca incidencia puede tener el hombre para reducirla.

Sin embargo, se debe buscar que los lagos, lagunas y presas puedan almacenar un volumen mayor en una menor superficie, para disminuir la relación evaporación-volumen almacenado, esto a través de la construcción de depósitos con mayor profundidad o el dragado de los ya existentes. Se recomienda, además, aumentar la investigación que permita generar tecnologías que reduzcan el impacto de la evaporación sobre los cuerpos de agua superficiales.

Impulsar la reforestación

El problema de escasez de agua tiene que manejarse de manera integral incorporando programas de reforestación y de conservación del medio ambiente, ya que las zonas arboladas ejercen una importante influencia en el escurrimiento, la infiltración, la evotranspiración y en el régimen de lluvias.

La deforestación es un problema que aqueja a una gran parte del territorio nacional y que se ha agravado en las últimas décadas. Si se hace una comparación del inventario forestal entre los años 1985 y 1991, se encuentra que la superficie de selvas han disminuido en un 17.7 por ciento, mientras que la superficie de bosques templados se ha reducido en un 7.3 por ciento. Este problema represente una disminución del área de 5.2 millones de hectáreas.

Los efectos negativos de la deforestación son varios. En particular, la deforestación contribuye a agravar los problemas climáticos, ya que los bosques y selvas intervienen en forma decisiva en los mecanismos de la biósfera, tales como el ciclo del carbono, modifica el balance termodinámico, influye en la evotranspiración de las regiones costeras y en el régimen pluviométrico.

El incremento de la deforestación está íntimamente ligado a los problemas de escasez de agua. Lugares boscosos y selváticos son generalmente abundantes de humedad, mientras que paisajes áridos o desérticos, corresponden a menores niveles de disponibilidad de agua. Por ello, una de las políticas más importantes que se deben reforzar en el país es el cuidado y conservación de las zonas arboladas, la recuperación y forestación de zonas degradadas y la creación de reservas forestales. En especial, es importante que la ciudadanía participe y apoye los esfuerzos institucionales que a través del Programa Nacional de Reforestación se han iniciado y se actualice la Ley Forestal para evitar la degradación de los bosques.

El lago de Chapala, una visión general

*Manuel Guzmán Arroyo
Andrés Valdez Zepeda
Salvador Peniche Camps*

INTRODUCCIÓN

La cuenca del sistema general Lerma-Chapala-Santiago, abarca el centro-este de Nayarit, centro-norte de Jalisco, sur de Zacatecas y Aguascalientes, aproximadamente todo Guanajuato y el norte de Michoacán y del Estado de México, así como una parte del occidente de Querétaro. Este sistema hidrológico caracteriza a la fisonomía del occidente de México, cubriendo una gran parte de la región, siendo además una de las cuencas más importantes del país.

La cuenca Lerma-Chapala se localiza en el centro-oeste de México, ocupa parte de los estados de México (sureste), Querétaro (este), Guanajuato (centro sur), Michoacán (sur) y Jalisco (oeste).

De acuerdo con Estrada, *et al.*, (1983) y en relación a la fisiografía del centro del Estado de Jalisco, se deduce la existencia de un lago mayor pre-chapálico cuya extensión abarca otras depresiones estructuralmente relacionadas como las de Cajititlán, Villa Corona, Zacoalco, San Marcos y Sayula. El lago de Chapala es parte de un gran sistema de cuencas lacustres pleistocénicas asociadas al Eje Neovolcánico, esto se confirma con el patrón de distribución regional de los peces de la familia *Atherinidae*: pescados blancos y charales (Guzmán, 1989b). La cuenca local del lago tiene una superficie de 8 660 km².

FISIOGRAFÍA

La cuenca local y el lago de Chapala se encuentran dentro de la

Figura 1
Localización de la cuenca del río Lerma y del lago de Chapala



provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico que abarca parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Puebla y Veracruz, así como la totalidad de Tlaxcala y el D.F. (Guzmán, 1995). El Eje es un cinturón montañoso que cruza el centro del país de este a oeste y en donde se encuentran asociados a él la mayor parte de los lagos naturales y de los volcanes de México (SRH, 1974; Guzmán, 1989a). Dicha provincia fisiográfica se encuentra dividida en subprovincias, una de las cuales corresponde a la subprovincia Chapala, que comprende parte de los estados de Jalisco y Michoacán e incluye la totalidad de la cuenca local del lago de Chapala.

OROGRAFÍA

En la ribera noroeste del lago se tienen las siguientes formaciones montañosas; La sierra del Tecuán, los lomeríos de La Santa Cruz, de San Nicolás y de San Juan Tecamatlán, la sierra de Mezcala, los lomeríos de Ocotlán y Jamay. Interrumpiendo estas formaciones

se encuentran la ciénega de Chapala en la región de La Barca, el valle de Sahuayo, que forma la parte occidental de la ciénega, las sierras y valles de la ribera sur, comprendiendo las serranías de Tizapán, del Tigre y de Mazamitla y finalmente hacia el suroeste la depresión de Sayula. La mayor altura de la región la presenta el Cerro Viejo con 2 980 m.

EDAFOLOGÍA

Esta subprovincia en general posee suelos de tipo residual y transportados, originados a partir de basaltos del terciario superior y de otras rocas ígneas y aluviones (INEGI, 1988). Más del 80 % son suelos arcillosos como los vertisoles y luvisoles, que van de fértiles a moderadamente fértiles, con un suelo profundo; en las zonas de sierra los suelos no rebasan los 35 cm, en lomeríos suaves predomina una profundidad de 35 a 50 cm. Predominan los suelos del tipo vertisol en aproximadamente un 60 %; el luvisol en un 20 %, el feozem y litosol en un 10 % respectivamente y una pequeña fracción de cambisol.

HIDROLOGÍA

En la región hidrológica XII se encuentra la cuenca XII-D en la que se localiza el lago y se le denomina Cuenca Lago de Chapala, la cual drena una superficie de 5 127.4 km² dentro del estado de Jalisco y 1 201.7 km² en el estado de Michoacán, sumando en total 6 329.1 km². Existen otras subdivisiones que corresponden a las subcuencas que presentan contacto inmediato con el lago: La XII-D-a (Michoacán) y la XII-D-b (Jalisco principalmente) (CNA, 1990). La primera de ellas presenta una hidrología superficial bien definida como la parte final del río Zula, el río Lerma, el río Iluaracha y el río Duero y otros arroyos temporales que van a desembocar directamente al lago; asimismo, existe una gran cantidad de canales de riego que abastecen la ciénega de Chapala y numerosos bordos y cuerpos de agua. La segunda subcuenca circunda la mayor parte del lago, y los aportes a éste consisten de los escurrimientos que se forman dentro de la temporada lluviosa entre las

sierras por la formación de innumerables arroyos temporales, principalmente de municipios como Poncitlán, Chapala, Jocotepec y Tizapán. Así como el río permanente de La Pasión, que nace en Michoacán, atraviesa el municipio de Tizapán para desembocar en el lago.

CLIMA

El clima de la zona está clasificado como (A) C (wo) (w) semicálido subhúmedo con lluvias en verano, siendo el menos húmedo de los semicálidos (García, 1975). La temperatura promedio anual es de 19.9° C. La temperatura ambiente máxima va de mayo a julio (27° C a 30° C) y la mínima de diciembre a febrero (9° C a 12° C). La frecuencia de granizadas anuales es menor a dos días y el número de heladas es menor a 20 días al año. La precipitación total anual es de 875 mm, el mes más lluvioso es julio con 150-200 mm y el más seco es enero sin lluvias apreciables (Estrada, *et al.*, 1983). La evaporación total anual es de 1 912 mm, siendo abril y mayo los meses en que es mayor con 250 mm y en diciembre mínima con 100 mm. La dirección de los vientos dominantes es de este a oeste y en segundo lugar del oeste al este y con menor frecuencia de sur a norte y de norte a sur.

VEGETACIÓN

La vegetación es típica de las zonas semiáridas del centro del país. La cuenca baja del lago está totalmente alterada por efecto de las prácticas agropecuarias y los asentamientos humanos, la parte media y alta presenta diversos grados de alteración y conservación, siendo éstos mayores a medida que se alejan de los centros urbanos y agrícolas. En la cuenca alta, en las partes más altas de las sierras se encuentra una asociación de pino-encino (*Pinus - Quercus*). La estructura actual de la vegetación de la cuenca media en su mayor parte corresponde al matorral subtropical (Estrada, *et al.*, 1983; Guzmán, 1995). En los márgenes de arroyos y ríos se encuentra el bosque de galería, con géneros como *Taxodium* y *Salix* (Guzmán, 1989a).

POBLACIÓN Y ECONOMÍA

La cuenca está conformada por nueve municipios de los cuales siete pertenecen al estado de Jalisco, el más densamente poblado (habitantes por kilómetro cuadrado) es Ocotlán (238.98), seguido por Jamay (96.56) y Chapala (79.44); con una densidad intermedia se encuentran Jocotepec (64.38), Poncitlán (40.42) y Tizapán (63.38); el de menor densidad es Tuxcueca (19.74). En Michoacán, el de mayor densidad es Venustiano Carranza (75.34), por último se encuentra Cojumatlán (27.90) (INEGI, 1994).

En la mayor parte de la zona existen suelos con potencial ganadero, aún cuando la ganadería como tal es incipiente y es predominantemente de carácter extensivo. En cuanto a las tierras agrícolas la mayoría de ellas son aptas para la agricultura de temporal y en menor proporción para riego a excepción de las zonas Jamay y Tizapán que presenta una amplia extensión para riego. En cuanto a Michoacán, la ciénega de Chapala caracterizada por ser un gran valle, ocupa gran parte de la cuenca local oriental, abarcando 46 171 ha de las cuales 27 000 (58.47%) son regables. En ambos estados se estima que aproximadamente unas 50 000 ha son regadas mediante uso directo e indirecto del agua del lago de Chapala.

La población económicamente activa (PEA) por rama de actividad. En la mayor parte de la zona de estudio, el sector de más importancia es el primario y en segundo lugar el comercio, servicios e industrial; se pueden mencionar como excepción al municipio de Chapala, en donde los servicios rebasan al sector primario, debido esto a su desarrollo turístico. Los cultivos más importantes son el sorgo y el maíz; en Jocotepec el garbanzo es muy importante y las hortalizas en Tizapán; el cultivo de trigo es notable en Jamay y Poncitlán. En cuanto a Michoacán, en el distrito de riego de la ciénega de Chapala los principales productos son: sorgo, alfalfa, trigo, maíz, avena y fresa; en los distritos de temporal se obtiene principalmente sorgo y maíz. Por otra parte, en Ocotlán y Sahuayo destaca la actividad industrial manufacturera. Las principales actividades económicas de los municipios de la cuenca lo-

Origen

El lago se originó a causa de una falla de la corteza terrestre, formando un graben o fosa tectónica, captando las aguas del sistema hidrológico Lerma-Santiago. Esta depresión tectónica forma parte de una fractura llamada Línea de San Andrés-Chapala (Estrada, *et al.*, 1983; CNI-DJ, 1989). Las principales sierras que rodean al lago se formaron durante el plioceno medio (hace 10 millones de años), son antiguos aparatos volcánicos. Las islas de los Alacranes, de Mezcala y la ahora península de Petatán son también de origen volcánico. El vulcanismo de la región actualmente se encuentra reducido a manifestaciones de termalismo (Estrada, *et al.*, 1983) en las riberas del lago.

Morfología

La forma general del lago es subrectangular elongada, con su eje mayor en sentido este-oeste. Se encuentran varias islas importantes por su tamaño, la de los Alacranes y las dos de Mezcala. La isla

◆
Tabla 1
Parámetros morfométricos del lago de Chapala

NIVEL	ALTO	PROMEDIO	BAJO	UNIDAD
COTA 97.8 97.20 94.40				
Altitud s.n.m.	1 525	1 524	1 521	
Volumen	7 897.20	7 962.00	4 667.00	km ³
Área	1 146.70	1 112.00	1 039.00	km ²
Longitud máxima	77.00	76.00	75.00	km
Ancho máximo	22.50	22.50	22.50	km
Profundidad media	7.20	6.90	4.50	m
Perímetro	215.00	211.40	209.50	km
Profundidad relativa	0.03	0.03	0.02	%
Desarrollo de costa	1.79	1.81	1.83	km

Fuente: SARH, 1981; SECELCH, 1990; Limón, 1985.

◆

de Petatán ha desaparecido como tal, en la actualidad se comunica con la ribera del lago. Se presentan los principales parámetros morfométricos del lago, considerando tres condiciones de nivel.

Batimetría

De acuerdo con el levantamiento batimétrico realizado por la SARH (1981), en el cual se utilizó ecosonda y fotografía aérea, la cota de 97.8 corresponde a un volumen de $7\,600\text{ M}^3\text{m}^3$ en un área de $1\,114.3\text{ km}^2$, mientras que la cota 93.0 que es el nivel mínimo de la cortina de Poncitlán le correspondería a un volumen de $2\,500\text{ M}^3\text{m}^3$ en un área de 909 km^2 . También se determinó que el volumen máximo que puede almacenar el lago es de $8\,126\text{ M}^3\text{m}^3$ en un área de $1\,150\text{ km}^2$.

El fondo del lago presenta una suave pendiente, que va desde la desembocadura del Río Lerma en su parte oriental, hacia la

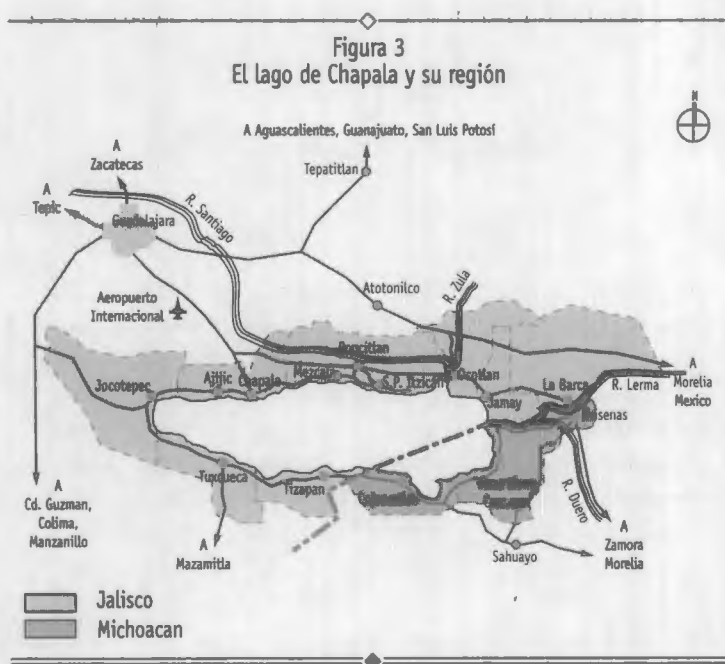
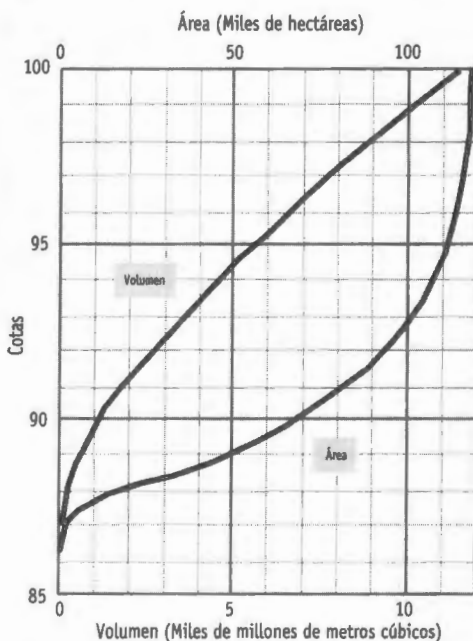


Figura 4
Curva hipsográfica de área y volumen del lago de Chapala



Fuente: SARH, 1981.

parte más profunda en el centro-norte del lago, para después disminuir hacia su ribera occidental. Recientemente se han localizado tres manantiales, dos en la parte sureste del lago, con profundidades máximas de 16 y 26 m respectivamente, y uno más en la parte noroeste con 12 m. Se tiene conocimiento de otro en la ribera noreste (Guzmán, 1990a).

Mientras el lago mantuvo una relación hidrológica con la ciénega de Chapala, sus niveles fluctuaban dentro de un margen estrecho pero elevado, donde eran más frecuentes las inundaciones que las sequías, al aumentarse y consolidarse las obras sobre el dique Maltaraña, con la consecuente desecación de la ciénega

Figura 5
Comportamiento histórico del nivel del lago de Chapala

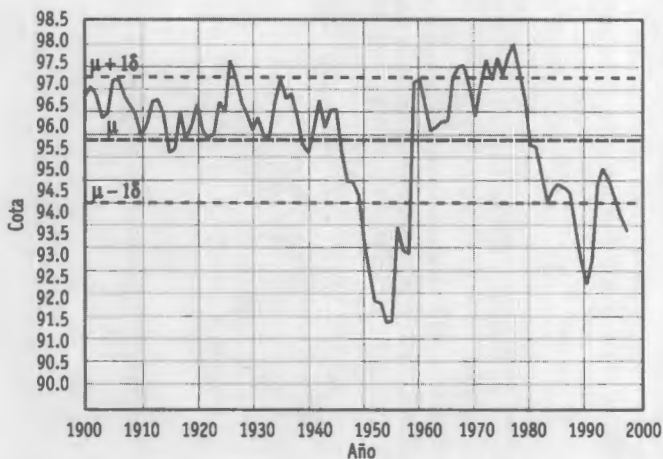
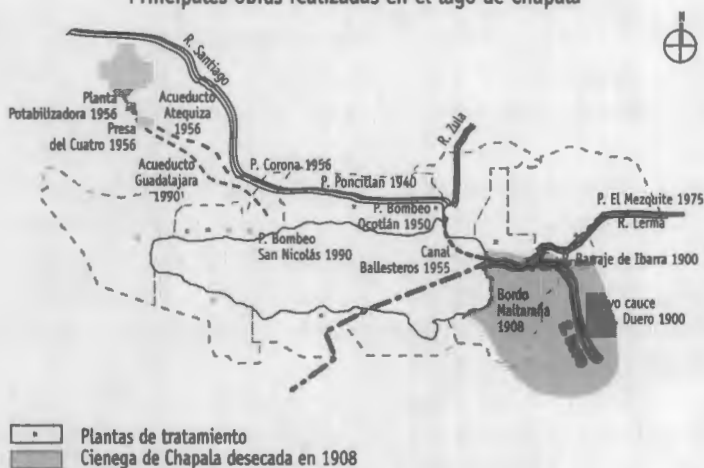


Figura 6
Principales obras realizadas en el lago de Chapala



Basado en: Moreno, 1988; Sandoval, 1989; Guzmán, 1995

para uso agrícola, provocó que las fluctuaciones del lago se hicieran más amplias llegando incluso a la grave sequía de 1955, por lo tanto se considera que la ciénega funcionaba como un subsistema regulador para el lago, en años lluviosos retenía agua y en años secos la liberaba, permitiendo cierta estabilidad del nivel al lago; al perderse esta amplia zona, el lago fluctúa ampliamente y con el tiempo va formando una nueva ciénega, en su parte oriental, y en la medida que se destruya para fines agrícolas, el lago perderá nuevamente la oportunidad de tener un sistema de autorregulación en forma natural.

Los valores históricos promedio del nivel del lago, de los años 1900 a 1990 son: 109,801 ha y 6 000 M³, esto es a la cota 96.02 (1 522.82 msnm), bajo estas mismas condiciones presenta 78.5 km de longitud máxima y 20.5 km de ancho máximo. Tiene una profundidad media de 4.5 m y una profundidad máxima de 7 m.

Calidad del agua

Bacterias coliformes: Las zonas cercanas a Chapala y Tizapán y las próximas a la desembocadura del río Lerma presentan valores mayores a 118 y de 123 a 875 nmp/100 ml. respectivamente (Guzmán y Merino, 1990). En el resto del lago se registran \pm de 90 nmp/100 ml (Limón, 1985a). Dentro de las características físico-químicas del lago se tienen los siguientes datos:

◆
Tabla 2
Parámetros físico-químicos del lago de Chapala
(Promedio de 1996 a 1998)

Nº	PARÁMETRO FQ	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO	DES. EST.	COEF. VARIABLE	UNIDAD
1	Alcalinidad fenolftaleína	0.00	31.29	73.00	18.18	58.1%	mg/l CaCO ₃
2	Alcalinidad total	77.0	337.6	426.0	62.93	18.6%	mg/l CaCO ₃
3	Cloruros	23.00	53.31	64.00	7.92	14.8%	mg/l

Nº	PARÁMETRO FQ	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO	DES. EST.	COEF. VARIABLE	UNIDAD
4	Color	50.81	180.56	758.80	111.27	61.6%	Esc. Pt.-Co.
5	Conductividad	238.0	780.5	1053.0	161.61	20.7%	µmhos/cm
6	Demanda química oxígeno	20.00	37.28	99.00	15.09	40.5%	mg/l
7	Dureza cálcica	52.0	125.4	188.0	21.47	17.1%	mg/l CaCO ₃
8	Dureza magnésica	40.00	101.01	146.00	17.75	17.6%	mg/l CaCO ₃
9	Dureza total	92.0	226.4	306.0	35.17	15.5%	mg/l CaCO ₃
10	Fósforo de ortofosfatos	0.010	0.338	0.540	0.09	26.1%	mg/l P-PO ⁴
11	Fósforo total	0.277	0.486	0.911	0.10	21.1%	mg/l P-PO ⁴
12	Oxígeno disuelto	1.58	6.25	11.40	1.90	30.4%	mg/l
13	Potencial hidrógeno pH	7.120	8.701	9.300	0.43	4.9%	pH
14	Sólidos disueltos totales	152.0	650.0	974.0	85.09	13.1%	mg/l
15	Sólidos suspen- didos totales	5.00	35.63	233.00	38.39	107.8%	mg/l
16	Sólidos totales	160.0	685.9	1180.0	108.93	15.9%	mg/l
17	Sulfatos	19.40	77.95	117.81	27.61	35.4%	mg/l SO ⁴
18	Temperatura	17.20	21.75	28.79	2.48	11.4%	°C
19	Turbiedad	10.0	34.8	120.0	20.55	59.1%	UTN
20	Transparencia Secchi	5.0	30.9	65.0	13.00	42.0%	cm

Fuente: BDH-Instituto de Limnología. 1996-1998.

Pesca

De acuerdo con la organización de pescadores, se tiene registrado un grupo solidario, 59 uniones de pescadores y ocho cooperativas, que agrupan a 1,946 pescadores. Las principales artes de pesca, son

la línea de anzuelo, la atarraya, la red agallera y la red mangueadora; para su uso se utilizan embarcaciones de madera y de fibra de vidrio, con motor fuera de borda (Paré, 1989; Guzmán, 1995).

La producción pesquera promedio (1990-1999) fue de 5 663.21 toneladas anuales, con una reducción importante respecto a la producción de los años 90 y 91. La forma de presentación del producto es fresco entero, eviscerado, filete, seco y dorado empanizado.

Tabla 3
Producción pesquera del lago de Chapala (Toneladas)

AÑO	TILAPIA	CHARAL	CARPA	BAGRE	TOTAL
1990	4 637.41	1 335.02	2 153.45	40.85	8 166.74
1991	4 268.51	1 228.82	1 982.15	37.60	7 517.08
1992	4 370.98	1 258.32	2 029.73	38.50	7 697.54
1993	3 599.47	1 036.22	1 671.47	31.70	6 338.87
1994	3 783.25	1 089.13	1 756.81	33.32	6 662.51
1995	2 729.08	785.65	1 267.29	24.04	4 806.06
1996	2 130.78	613.41	989.46	18.77	3 752.42
1997	2 500.47	719.84	1 161.13	22.02	4 403.47
1998	2 411.74	694.29	1 119.93	21.24	4 247.20
1999	1 726.37	496.99	801.67	15.21	3 040.24
Promedio	3 215.81	925.77	1 493.31	28.32	5 663.21

Fuente: Semarnap, 2000.

Agua potable

La zona metropolitana de Guadalajara (conurbación de los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá) constituye la segunda concentración urbana más grande del país. Su acelerado crecimiento, derivado del desarrollo económico de los sectores industrial y comercial, ha originado una creciente demanda de servicios públicos, entre los cuales destaca el abastecimiento de agua potable. En la actualidad, el agua potable del área metro-

Figura 7
Acueductos Atequiza y San Nicolás



Fuente: Basado en CNA, 1991.

politana de Guadalajara proviene únicamente de dos fuentes: la del acuífero Tesistán-Atemajac, que suministra el 35% del total y la del lago de Chapala, que aporta el 65% restante.

El agua procedente del lago de Chapala se conduce primero por el río Santiago, posteriormente, pasa por el canal Atequiza-Las Pintas y es necesario, durante el trayecto, bombearla en tres sitios. En la época de estiaje, los problemas en el uso del agua se incrementan, ya que el canal Atequiza-Las Pintas también es uti-

lizado para el riego de 3 549 hectáreas, y aunque durante esta época el sistema se opera al límite de su capacidad, los conflictos por el abastecimiento son aún mayores (CESELCh, 1990).

En 1984, se iniciaron las obras del acueducto Chapala-Guadalajara, sistema con capacidad de 7.5 m³/s y longitud de 42.4 km. Se inicia en junio de 1990 la operación de los primeros 26 km del acueducto, con descarga al canal de El Guayabo, que conduce el agua hasta el canal de Las Pintas del actual sistema Atequiza-Las Pintas. De manera simultánea a la puesta en operación de este primer tramo, se continuó con la construcción del acueducto desde el kilómetro 26 hasta Guadalajara, obra que concluyó en 1991.

Problemática

Los esfuerzos que se han destinado sobre Chapala no corresponden con los resultados esperados, que se manifiestan en su situación actual. Numerosos estudios y análisis se han realizados, así como todo tipo de reuniones, congresos, talleres, foros, etc. de diversa índole: políticos, técnicos o sociales. Se han generado algunas acciones y programas sectoriales: federales, estatales y municipales, de grupos ecologistas y sociales. Cada día aparecen y desaparecen las soluciones para resolver sus problemas, aún cuando se tienen bases como «La política ambiental para un crecimiento sustentable», considerada dentro del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, que señala lo siguiente:

...la estrategia nacional de desarrollo busca un equilibrio -global y regional- entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, de forma tal que se logre contener los procesos de deterioro ambiental; inducir un ordenamiento ambiental del territorio nacional, tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región; aprovechar de manera plena y sustentable los recursos naturales, como condición básica para alcanzar la superación de la pobreza; y cuidar el de consumo y un cumplimiento efectivo de las leyes.

Se tienen dos universos de trabajo: la cuenca del río Lerma y la cuenca del lago de Chapala, conformadas por su marco natural físico (fisiografía, hidrología, suelo, clima, etc.), el biológico (fauna y flora) y sus interrelaciones (ecología), por la otra parte la población humana y su infraestructura: el marco social, así como la interacción que hace con el marco natural a través del aprovechamiento de los recursos naturales, conformando el marco productivo y sus procesos (desarrollo urbano, comercio, industria, agricultura, ganadería, turismo, servicios, pesca, etc.).

Líneas de acción

Se han planteado y propuesto 3 grandes líneas de acción sobre el lago y su cuenca local, mediante una estructura conceptual, íntimamente relacionada a través del estudio y análisis de sistemas en los siguientes aspectos:

a) El marco natural: Esto es el marco físico y biológico del lago, considerando como tal el origen, estructura geológica y fisiográfica, la hidrografía, el clima, el suelo, las comunidades vegetales y faunísticas naturales, etc.

b) El marco social: El desarrollo de la población, su estructura sociocultural, enmarcados en sus actividades productivas, como la agricultura, ganadería, la pesca, el turismo y la industria, etc.

c) El marco productivo: Como consecuencia de la interacción de la actividad humana sobre el entorno natural, de acuerdo con los modelos tradicionales de uso y abuso de los recursos naturales, que genera problemas en la cuenca.

Se consideran como los principales factores que han limitado las acciones concretas para el control y la prevención de la contaminación del agua (Guzmán, 1999; Montoya, *et al.*, 1997) a los siguientes:

- Falta de aplicación rigurosa de las leyes, reglamentos y normas vigentes para prevenir y controlar la contaminación del agua.
- El desarrollo demográfico, agrícola, industrial y comercial, no había alcanzado el crecimiento que ahora tiene y que

- demanda mayores insumos, en especial de agua para distintos usos. Por lo cual se comienza a sentir la escasez del vital líquido y se aprecia la disminución en su calidad físico-química y bacteriológica, lo cual es limitante en muchos casos.
- Insuficiente personal técnico y calificado, así como de compañías que se dediquen al estudio, preservación y control de la calidad del agua, en el ámbito nacional y estatal; así como de experiencia y –hasta– ética profesional para resolver esta problemática.
 - Conceptos equivocados que consideran que la naturaleza puede transformar todos los desechos que le lleguen, siendo que –en su mayor parte– la capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua superficiales ha sido rebasada.

La gestión del agua

Los principales aspectos relacionados con la gestión del agua, cada vez van teniendo un carácter globalizador, en parte por compartir cuencas, lagos ríos y océanos entre diversos países. Para finalizar

*La crisis de la cuenca de Chapala.
Análisis de sus problemas
y alternativas de solución*

*Andrés Valdez Zepeda
Manuel Guzmán Arroyo
Salvador Peniche Camps*

INTRODUCCIÓN

El problema de la escasez de agua útil está cobrando dimensiones alarmantes no sólo en grandes regiones de nuestro país, sino también a nivel mundial. La situación es tan preocupante que la misma Organización de las Naciones Unidas considera que uno de los problemas más graves que enfrentará la humanidad en los próximos años y que será motivo de serios conflictos bélicos entre las naciones, es la apropiación de los escasos recursos hídricos disponibles.

Este problema, que ya se presenta como grave en varias partes de nuestro país durante gran parte del año, principalmente al norte de la república, se manifiesta de diferente manera ya que, por un lado, la escasez de lluvias y los índices de desertificación crecen alarmantemente y, por el otro, la sobreexplotación de los recursos acuíferos está ocasionando que muchos de los vasos de almacenamiento de agua se encuentren en críticos niveles de captación.

Dentro de esta situación a nivel mundial, se ubica el caso del lago de Chapala, el cual atraviesa una de sus crisis más serias de su historia. Este lago, uno de los más grande de Mesoamérica, enfrenta una problemática compleja, ya que son múltiples los factores que están incidiendo en su deterioro y acelerando desecamiento.

De acuerdo con Guzmán (1990c) el lago de Chapala es el

vaso receptor más importante de los escurrimientos de la cuenca del río Lerma-Chapala, la cual juega un papel trascendental en el desarrollo productivo de una gran parte del país. Esta cuenca representa, en muchos sentidos, el centro de la dinámica socioeconómica de México. La producción total que proviene de esta región constituye el tercer lugar del PIB nacional. La aportación nacional de alimentos y productos básicos representa casi el 30 por ciento del sector agrícola y comprende una de cada ocho hectáreas de riego y temporal. De las 6,900 industrias ubicadas en esta región, 560 son grandes y representan el 30 por ciento del sector industrial de México, generando más de un tercio de la producción total de la industria de la transformación. Las actividades comerciales que se llevan a cabo en el área representan el 20 por ciento del sector terciario a nivel nacional.

El destino final de las aguas de la cuenca que no llega a Chapala, en un 75 por ciento es para la agricultura, el 12 por ciento para uso doméstico, el 8 por ciento para la industria y el 5 por ciento para otros usos.

Dentro del uso doméstico, la cuenca abastece de agua potable a los dos centros de población más importantes del país: la ciudad de México en un 17 por ciento de sus necesidades (lo que representa el consumo de agua de 2.5 millones de habitantes) y la Zona Metropolitana de Guadalajara con el 75 por ciento de su consumo, lo equivalente a una cantidad de consumo de agua para 3.7 millones de habitantes.

En la presente investigación se analizan los principales problemas del lago de Chapala y se proponen diversas alternativas de solución. El objetivo de la investigación es incidir en la solución de los problemas que aquejan a Chapala.

Finalmente, es importante apuntar que el lago de Chapala tiene una gran importancia económica, ecológica y social para millones de mexicanos, lo que demanda estudios holísticos para buscar una solución integral a su compleja y grave problemática.

PRINCIPAL PROBLEMÁTICA DE CHAPALA

Son distintos, diversos y complejos los problemas que enfrenta el lago de Chapala. De acuerdo con M. Guzmán Arroyo, uno de los principales problema de este vaso lacustre tiene que ver con la retención de aguas río arriba y el uso irracional que de este vital líquido se hace por parte de los agricultores del Estado de México, Guanajuato y Michoacán.

Sin embargo, la problemática del lago es mucho más compleja. Entre otros de los problemas se encuentran la extracción desmedida de agua del propio vaso, la contaminación, la evaporación, el azolve, el lirio, la retención de escurrimientos y la extracción del líquido río arriba de la cuenca Lerma-Chapala, por señalar algunos. De acuerdo con José Briseño Muñiz, la extracción de agua del lago para consumo doméstico e industrial llega a rebasar los 10 metros cúbicos por segundo, ya que además de los 7 metros cúbicos por segundo que oficialmente se dice que se le extraen para abastecer Guadalajara, se obtienen otros 5 metros cúbicos por segundo por el distrito de riego de Atequiza. Por su parte, Guzmán *et al.* (1996) ha reportado hasta 12 m³/s en dicho canal de acuerdo a mediciones directas.

Esta enorme extracción, mucha de ella destinada para satisfacer las necesidades de la Zona Metropolitana de Guadalajara, está ocasionando no sólo problemas de abatimiento de los niveles del lago, sino incluso justificadas protestas por parte de los pobladores que habitan la ribera de este lago. A esto hay que añadir la excesiva extracción de agua por los dos acueductos (Ocotlán y San Nicolás) dos o tres veces mayor a la cifra oficial de 7 metros cúbicos por segundo, así como la toma clandestina de aguas en toda la ribera del lago. Los distritos de riego del Fuerte y de Cuitzeo toman también agua del lago y del río Santiago (indirectamente del lago, ya que es bombeada), respectivamente, y estos volúmenes no se contabilizan.

La contaminación del lago se da por diferentes causas, entre las que sobresalen la ocasionada por los pesticidas, los desechos industriales y las descargas urbanas, entre otros. El nivel de con-

taminación es alarmante, ya que una gran cantidad de desechos químicos altamente peligrosos son arrojados a los caudales que nutren el lago con el consecuente deterioro ecológico. Por ejemplo, los niveles de fósforo inorgánico en el lago son ahora varios cientos más altos que los niveles que actualmente se encuentran en cualquiera de los grandes lagos y 80 veces más altos que las concentraciones máximas recomendadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. La contaminación por metales pesados es también una preocupación particular. Se considera que más de 12 400 gramos de cromo están siendo agregados a la cuenca por día en Guanajuato y más de 4 300 gramos de zinc en Querétaro. El río Lerma, en Salamanca, se ha llegado, incluso, a incendiar por los vertidos de hidrocarburos en sus aguas.

De acuerdo con José Lecini, investigador de la Universidad de Guadalajara, aún desde el mismo nacimiento del Lerma, en Toluca, Estado de México, los drenajes continúan vertiendo aguas negras y sus contaminantes al cauce del río Salamanca, en Guanajuato, y lo mismo pasa con La Piedad, en Michoacán, con los residuos de granjas porcícolas que son de alto riesgo. Además, análisis recientes del lirio acuático del lago encontraron que contenían metales pesados, en razón de 178 miligramos de cianuro, 6 miligramos de cromo y 4 miligramos de plomo por kilogramo seco. En el tule, se encontraron 552 miligramos de cianuro y 15 miligramos de mercurio por kilogramo seco.

Esta contaminación ha generado una merma considerable en las especies piscícolas del lago. Por ejemplo, el pescado blanco, del que en 1946 se reportaron 150 toneladas de captura, prácticamente ha desaparecido. La «popocha» se encuentra virtualmente extinta y la captura del charal, también está en declive. En general se considera que en los últimos seis años la producción total ha declinado en un 69 por ciento.

La evaporación del agua, a pesar de ser un fenómeno natural, acusa con ser un problema también grave, ya que se calcula que más de 40 metros cúbicos por segundo se evaporan en este lago, lo que representa una cifra muy alta, que de cierta manera,

repercute negativamente en el nivel de almacenamiento. De acuerdo con la misma CNA, por las lluvias insuficientes y la alta evaporación han mermado 86 millones de metros cúbicos entre el 21 de septiembre de 1999 y el 12 de octubre de 1999. De acuerdo con Guzmán esta evaporación es ficticia, ya que en los balances hidráulicos contabilizan agua que no llega a Chapala en la estación de Yurécuaro y no cuentan tampoco el líquido que sale como se mencionó en párrafos anteriores.

Las plantas acuáticas (tule y lirio) contribuyen también a la evaporación del agua del lago, ya que usan más agua en evotranspiración de la que se pierde por evaporación en el área equivalente de aguas abiertas. Además, estas plantas en gran cantidad inhiben el crecimiento del fitoplancton, afectan adversamente las cadenas alimenticias que llegan a los peces, concentran contaminantes (metales pesados) y generan riesgos importantes a la salud pública (en ellas viven diversos insectos) (Guzmán, 1992).

Otro problema estrechamente relacionado con la evaporación es el depósito de sedimentos y partículas que vienen de las partes altas del lago o de sus alrededores, las cuales, al acumularse, están ocasionando un acelerado azolvamiento, una disminución de la profundidad y, en consecuencia, una disminución de la capacidad de almacenamiento.

Otro problema grave de este vaso lacustre es la retención de escurrimientos de líquido a lo largo de la cuenca Lerma-Chapala para fines agrícolas (tan sólo en la región de El Bajío se cultivan cerca de 750 mil hectáreas) y de uso urbano o doméstico para satisfacer las necesidades de agua de los habitantes de la cuenca.

Al respecto, se han construido 260 presas en la cauce del río Lerma y sus afluentes, las cuales retienen más de 3,700 millones de metros cúbicos de agua. Es decir, las aportaciones del río Lerma al lago de Chapala son casi nulos, ya que los escurrimientos terminan en la presa del Mezquite (en las inmediaciones de Yurécuaro, Michoacán y La Barca) la cual se constituye en una presa que deriva hacia los campos agrícolas un volumen máximo de 25 metros cúbicos por segundo.

De esta forma, sólo los ríos Zula y Duero y la propia cuenca local del lago son lo que aportan agua a Chapala. Estos dos ríos altamente contaminados sólo aportan escasas cantidades de agua en épocas de lluvia, ya que son también intensamente explotados por la agricultura. Se duda además de las aportaciones del Zula, dado el sistema de bombeo de la Planta Ocotlán.

La mala administración, la escasa planeación y la impericia gubernamental han agravado también el problema del lago de Chapala. En lo particular, la administración del agua está regida por los intereses de los grandes usuarios del agua para la agricultura en primer lugar y la industria en segundo.

La concesión oficial de fértiles llanos dejados por el desecamiento del lago, la extracción de materiales de construcción de bancos no autorizados, así como la supuesta irregularidad de los ciclos climáticos se agregan a la de por sí ya compleja problemática de este vaso lacustre, lo que deja una estela de pesimismo sobre el futuro de este importante ecosistema.

POLÍTICAS PÚBLICAS DE DISTINTOS ORDENES DE GOBIERNO

Las políticas públicas implican procesos, decisiones y resultados. En el caso del lago de Chapala, a través del tiempo, han sido varias las acciones, programas y estrategias que se han impulsado por parte de los diferentes niveles de gobierno para tratar de incidir en la solución de sus problemas. Sin embargo, a juzgar por el resultado obtenido hasta el momento, las innumerables acciones y programas no han cumplido su objetivo, ya que el lago de Chapala sigue padeciendo los problemas enumerados líneas arriba.

La problemática de la cuenca involucra a muchos actores. Esta cuenca es un gigantesco ecosistema que incluye más de 9 millones de personas, 6 900 industrias diversas, 750 mil hectáreas de tierra de riego, 14 ciudades con poblaciones de más de 100 mil habitantes, 149 municipios, cinco estados y cinco congresos estatales. Su magnitud está estrechamente relacionada con la complejidad de su problemática.

Hasta hoy día, las acciones realizadas por los distintos or-

denes de gobierno han sido diversas y distintas, incluyendo acciones relacionadas con el tratamiento de las aguas residuales, labores de reforestación, limpieza de la maleza acuática y educación ambiental, entre otras. Sin embargo, a pesar de las declaraciones de los poderes públicos los resultados obtenidos son poco alentadores, presentando desorganización y, en otros casos, duplicidad en la realización de acciones entre distintas dependencias gubernamentales.

A continuación se señalan las principales acciones que se están realizando por los diferentes niveles de gobierno, así como por sectores diversos de la sociedad.

Gobierno federal

Para tratar de incidir en la solución de los problemas que aquejan al lago de Chapala, han sido varias y diversas las acciones y programas impulsados por distintas dependencias del gobierno federal. Por ejemplo, a instancia del poder ejecutivo federal se firmó el famoso acuerdo de Chapala, el 16 de abril de 1988, con el nombre de «Programa de Ordenamiento de los Aprovechamientos Hidráulicos y Saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala» signado por el presidente de la república, los gobernadores del Estado de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco, así como por los titulares de la SEDUE, SAGAR y CNA, PEMEX y CFE.

En abril de 1988, se aprueba el decreto de creación del Consejo Estatal de Seguimiento y Evaluación del Acuerdo de Chapala para dar seguimiento al programa de ordenamiento. El 13 de abril de 1989, se firmó el Acuerdo de Coordinación entre el Ejecutivo Federal y los Ejecutivos de los Estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro para llevar a cabo un programa de ordenamiento de los aprovechamientos hidráulicos y saneamiento de la cuenca Lerma-Chapala.

Este acuerdo comprendía las acciones siguientes: tratamiento de las aguas residuales; ordenar el aprovechamiento del agua; instrumentar la distribución del agua entre usuarios y entidades; reforzar la medición y vigilancia sobre el aprovechamiento del agua;

regular el crecimiento de la demanda; el uso eficiente del agua en las ciudades, industrias y en los campos agrícolas; crear la conciencia ciudadana; impulsar el manejo y conservación de las cuenca; reforestación de las cuencas altas, manejo adecuado de los suelo; construcción de obras retenedoras de azolve, y la rehabilitación de embalses, entre otras.

En septiembre de 1989, se instaló el Consejo Consultivo Interestatal del Acuerdo de Chapala, con el objeto de coordinar las acciones de los estados usuarios del sistema Lerma-Chapala.

El 23 de agosto del mismo año se integra un Grupo Técnico de Trabajo de la Cuenca Lerma-Chapala, que en el marco del acuerdo interestatal, aporte los elementos técnicos necesarios para elaborar un acuerdo sobre la disponibilidad, distribución y usos del agua de la cuenca.

En 1986, la SEDUE realizó el estudio para el Reordenamiento Ecológico de la Cuenca del Lerma-Chapala-Santiago, sin embargo pocos fueron los avances logrados. Un año antes, se elaboró, por la Secretaría de Pesca, el Plan Integral de Desarrollo Pesquero del Lago de Chapala a través de la Dirección de Acuicultura. En 1986, se presenta el Plan Integral de Desarrollo Pesquero del Lago de Chapala. Ambos sin mayores resultados.

En la administración de Ernesto Zedillo, de acuerdo a datos oficiales, se invirtieron cerca de 1 800 millones de pesos para el saneamiento de aguas y la rehabilitación de la cuenca. De este monto, 41 por ciento, cerca de 738 millones, los aportó la federación y el resto estados y municipios. Se estima que tan sólo para el saneamiento de las aguas del río Lerma y de Chapala se requieren otros 1 444 millones de pesos para rehabilitar 13 plantas, construir 61 más y ampliar otras 5 ya construidas en Jalisco. En materia de saneamiento de aguas negras y restauración de la cuenca, en enero del año 2000 la titular de la SEDUE, Julia Carabias, anunció en Guadalajara una inversión compartida entre gobierno estatal y federal de 250 millones de pesos para construir diversas plantas de tratamiento e impulsar diferentes programas de conservación ambiental.

En materia de fomento de la educación, la Secretaría de Educación Pública realizó una campaña de concientización en todo el sector educativo, denominado Programa Nacional Educativo sobre el Uso Inteligente y Racional del Agua. En materia de reforestación, la Semarnap, tiene contemplado plantar 6.4 millones de árboles en la parte norte del lago en 1999. Esta dependencia trabaja también en las microcuencas para mejorar el uso de los recursos y prevenir la contaminación. Se trabaja en el arroyo Betania de Ayotlán y se tiene programado trabajar en las microcuencas de La Pasión y El Chante. Se tiene además un plan de ordenamiento pesquero, un programa de manejo de agroquímicos y un programa de conservación de la fauna de la región.

Gobierno estatal

Los esfuerzos realizados por el gobierno estatal han sido consistentes con los realizados por el ejecutivo federal. Además de la participación en las acciones y programas impulsados por la federación, el gobierno estatal ha emprendido acciones de reforestación, de extracción del lirio y de coordinación de proyectos en conjunción con los municipios, como la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, sobre esta materia la misma titular de la Semarnap, Julia Carabias Lillo, señaló que Jalisco tampoco cumple con los acuerdos para Chapala de 1989 en materia de tratamiento de aguas residuales.

En octubre de 1990, se crea el Sistema de Control y Prevención de la Calidad del Agua del Estado de Jalisco como un organismo descentralizado del estado para atender la administración de las plantas de tratamiento, en especial del lago de Chapala y de los ríos Santiago y Lerma.

Entre los organismos conformados recientemente a instancias del gobierno estatal se encuentra el Comité de la Cuenca Propia del Lago de Chapala cuyo presidente saliente fue el empresario René Rival León y la Fundación Lerma-Santiago A.C. con el Ing. Manuel Villagómez como Director general.

Como parte de las organizaciones gubernamentales que

cuentan con participación de la sociedad civil y científica, se constituyó el Consejo de la Cuenca Lerma-Chapala que tiene como principales objetivos coordinar acciones en beneficio de los ecosistemas y recursos naturales de esta región. Recientemente, como medida para atenuar la sequía de este año, ya que sólo llovió 470 milímetros, por acuerdo de este Consejo, de fecha 5 de noviembre de 1999, el flujo de agua de la presa de Solís en Guanajuato con los apoyos del ejército mexicano. En base a este acuerdo avalado por la CNA, se transfirieron cerca de 200 millones de metros cúbicos al lago. El acuerdo de aportar agua al embalse más grande del país, tiene como objetivo que la sequía no reduzca sus existencias por debajo de dos mil millones de metros cúbicos.

En materia de tratamiento de aguas residuales, el gobierno del estado invierte cada año 17 millones de pesos en el mantenimiento de 17 plantas de tratamiento de la cuenca Lerma-Chapala. Tiene además en proyecto una inversión global de 97.4 millones de pesos para construir otras siete y ampliar cuatro de las existentes.

En esta materia, el gobierno del estado ha solicitado al ejecutivo federal, un paquete para la instalación de 37 plantas de tratamiento para las aguas, con un costo de 1,600 millones de pesos. El gobierno federal aportará un 50 por ciento, el estatal un 30 por ciento y el municipal un 20 por ciento.

El gobierno del estado también realiza labores de control y extracción de malezas acuáticas en el lago. Apoya el proyecto de dragado del lago iniciado por el ayuntamiento de Chapala, para tratar de dar solución a los problemas de los pescadores y los clubes náuticos a quienes se les retiró la laguna en años pasados. El objetivo del dragado es abrir dársenas (espacios para embarcaciones a manera de estacionamientos) y canales de navegación.

Otras actividades del gobierno del estado es la promoción turística y económica de la región del lago. Para ello, se trabaja en el diseño de un acuario y un centro comercial en la ribera de Chapala, conjuntamente con el ayuntamiento y la asistencia de la Universidad de Guadalajara (UdeG) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).

Gobiernos municipales

Como parte del estudio de campo en el ámbito municipal, se levantó información de los municipios ribereños del lago en el estado de Jalisco para conocer las principales actividades, acciones y programas que se impulsaban en materia de conservación ecológica, educación ambiental y tratamiento de aguas, que de alguna manera repercuten en el lago de Chapala. A este respecto, se puede señalar que las acciones que realizan los poderes públicos municipales son mínimas y de bajo impacto, ya que carecen de los recursos necesarios para realizarlos. Las acciones emprendidas en la materia tiene que ver con pequeños programas de reforestación, educación ambiental y tratamiento de parte de las aguas residuales del municipio.

En el caso del municipio de Chapala, su alcalde, Alberto Alcántar, ha sido un activo promotor del bienestar del lago, quien ha acudido a diferentes foros estatales, nacionales e internacionales a fin de denunciar su deplorable estado y concitar el interés general para emprender acciones de rescate de este importante ecosistema.

El actual ayuntamiento constitucional de Jamay realiza acciones de educación ambiental, ha promovido el dragado del lago y ha presionado para lograr el cumplimiento de los Acuerdos de Chapala. Las autoridades de Ocotlán han impulsado acciones de educación ambiental, reforestación y han gestionado acciones para el tratamiento de sus aguas residuales y la limpieza del río Zula. Sin embargo, esta importante ciudad industrial sólo tiene capacidad para tratar el 20 por ciento de sus aguas, depositando el resto directamente al río Santiago o al lago.

Los otros municipios de la ribera también impulsan pequeños programas de educación ambiental y acciones tendientes para generar conciencia entre la población sobre la protección de los recursos naturales. Sin embargo, sus acciones e impacto son muy limitados.

ALTERNATIVAS

Han sido también distintas las alternativas y propuestas indicadas por políticos, investigadores, representantes de la sociedad civil y autoridades, para tratar de solucionar el problema del lago. Por ejemplo, el actual ayuntamiento de Jamay propone para coadyuvar al saneamiento del lago de Chapala las siguientes medidas: sancionar conforme a la ley en materia ambiental a las empresas que siguen contaminando la cuenca del vaso lacustre; buscar mecanismos para que los ayuntamientos aledaños al lago realicen plantaciones de árboles de las especies que por su follaje sean propias de aguas pluviales; crear un sistema de información que sea enlace entre la comisión del lago y los ayuntamientos de la región Ciénega; buscar mecanismos en los procesos de tratamiento de aguas residuales, con el fin de contribuir al saneamiento de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, y así disminuir los niveles de contaminación en los cauces de los ríos que alimentan el lago.

Otro problema fundamental del lago, la calidad del agua, ha sido abordado también a partir de las acciones de saneamiento que consisten en la construcción o rehabilitación de plantas de tratamiento que reducirán la contaminación del agua.

Para solucionar el problema del agua en la agricultura, sería conveniente impulsar una serie de acciones que racionalicen el uso de este vital líquido en esta región del agro mexicano. Al respecto, se deben realizar cambios en los patrones de cultivo. Hoy día, por ejemplo, en Zamora, Michoacán, se cultiva extensivamente la fresa. Una hectárea de este cultivo consume entre 20 y 40 millones de litros de agua por cosecha, lo que resulta inadecuado para los propósitos de conservación del líquido, además de su bajo precio.

De la misma manera, es recomendable la tecnificación de los sistemas de riego usados en la agricultura, introduciendo sistemas más eficientes, como el riego por goteo, que racionaliza enormemente el uso de este recurso. Sin embargo, para alcanzar dicho objetivo se requiere un arduo trabajo y grandes inversiones por parte de los sectores público y privado.

En lo particular, se requiere un programa para eficientar el

uso del agua en la agricultura que cuente con los recursos suficientes para liberar, en los próximos años, volúmenes de agua suficientes para asegurar la supervivencia del lago de Chapala. Dentro de este programa se debe contemplar la rehabilitación de los distritos de riego con un mejor manejo del agua, nivelación de terrenos, revestimiento de canales, introducir en las prácticas agrícolas sistemas de riego más eficientes, instituir políticas impositivas que varíen de acuerdo a la eficiencia en el uso del suelo y estimular cambios en el patrón de cultivos, introduciendo plantíos que demanden menor cantidades del líquido. Otra alternativa sería que el agua se cobrara al precio real, buscando que pague más el que más consume.

Otro de los graves problemas de la cuenca Lerma-Chapala, es la mala administración del agua. Aquí la premisa parte de señalar que no se puede administrar bien un recurso, si no se tiene conocimiento de la magnitud del mismo. Por ello, se recomienda generar una nueva política administrativa del agua que incluya una mayor participación de la sociedad y los ayuntamientos en la que la CNA, con el apoyo del ejército mexicano, sólo tenga funciones de supervisión y fiscalización de los recursos. Como parte de las nuevas políticas administrativas, es necesario habilitar a los municipios para realizar acciones punitivas en materia de contaminación del líquido y desperdicio de aguas para uso industrial y doméstico.

Como parte de este programa se requiere establecer una medición clara y precisa de los volúmenes de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca, administrar adecuadamente este recurso proponiendo políticas de reparto equitativo entre las entidades usuarias del agua, asegurando, en primer término, el abastecimiento suficiente de líquido para el lago de por lo menos 1 220 millones de metros cúbicos anuales.

En materia de administración, es importante además sancionar severamente el desperdicio indiscriminado que se hace en la agricultura, ya que es común ver los canales de riego saturados del líquido en plena época de lluvias o de cosecha. En particular, resultaría sumamente indispensable establecer una red de hidro-

metría, para conocer con exactitud los volúmenes de agua que existen en la cuenca y el uso que de ella se hace.

Al respecto, se recomienda la creación de un nuevo y moderno sistema de administración del agua, que incluya estaciones de medición del líquido, estaciones climatológicas, plantas de reciclado y reuso de agua, el mantenimiento de pozos de agua y recarga de mantos friáticos.

Sobre los terrenos que desaloja el lago, que alcanza la cifra de 35 mil hectáreas, sería conveniente establecer un límite a las concesiones federales, ya que al haber más tierra agrícola, hay más necesidades de agua de riego y retención de la tierra con una fuerte inercia a que el lago no se recupere.

La participación de la sociedad civil organizada también es importante. Por ello, sería conveniente involucrar a las ONG en actividades de educación, reforestación, vigilancia y monitoreo sobre los problemas de la cuenca. Al respecto, se pueden retomar las experiencias de Francia y España, donde se tienen Consejo de Aguas de tradición histórica medieval en la que participan ancianos y expertos del agua.

Actualmente, en nuestro país no existe la correcta coordinación de las instituciones y dependencias gubernamentales y sociales que trabajen sobre Chapala. Por ello, se hace necesario un mayor nivel de comunicación entre los diferentes niveles de gobierno y entre la sociedad. Es importante señalar que las estructuras de poder del estado no se han activado o empleado a fondo para salvar el lago, debido a temores de pérdida de legitimidad y de conflicto social, ya que las burocracias estatales se preocupan por conservar más su trabajo o su imagen que el agua.

En esta nueva cruzada por salvar el lago, todos los actores políticos y sociales tienen un papel importante que cumplir. Por ejemplo, al gobierno federal le corresponde aplicar la ley, financiar programas interestatales para el tratamiento de aguas residuales, monitorear el volumen del líquido y generar un modelo de administración del agua moderno y eficiente.

A los gobierno de los estados les corresponde la vigilancia

de la aplicación de la norma, la realización de obras tendientes a la recuperación del lago y el impulso de programas específicos para eficientar el uso del agua en la agricultura.

A los gobiernos municipales les corresponde las actividades de vigilancia del recurso, el desarrollo de programas educativos y de reforestación, así como acciones concretas para un mejor manejo de desechos industriales y domésticos.

Al sector privado, principalmente al industrial, le corresponde la construcción de plantas de tratamiento y programas de reuso de las aguas residuales. Aquí lo sugerente es crear un nuevo impuesto por contaminación de agua y aumentar los costos del líquido, bajo el principio de que el agua tiene que costar su valor real para que la gente la cuide. Esto coincide con las propuestas de la Cumbre de Río (agenda 21) y ya es una política establecida en Canadá, los Estados Unidos o la Comunidad Europea. Quien más usa más paga y quien contamina también paga. Hasta hoy, el bajo valor del agua es un ahorro mal entendido, que atenta contra las políticas de sustentabilidad y supervivencia del lago.

A los habitantes en general les corresponde un uso racional del agua en sus hogares, la escuela o el trabajo y el fomento de la cultura del respeto a la naturaleza y sus recursos.

Para el problema de la evaporación, es recomendable la construcción de fosas para enfriar el agua, así como la construcción de islas rompeolas para romper la velocidad del viento.

En materia piscícola se requiere un programa de ordenamiento pesquero, que de hecho ya está en estudio y de acuicultura que contemple, entre otras acciones, el rescate y reintroducción de especies nativas del lago tales como el pescado blanco (especie endémica codiciada) y el bagre.

El dragado del lago, que se le ha pedido a la Secretaría de Marina y a la de Comunicaciones y Transportes constituye una acción limitada de beneficio muy reducido, ya que sólo impactará a los pescadores y lancheros que puedan acceder con mayor facilidad a las aguas del lago en el municipio de Chapala. Sin embargo, estas acciones pueden hacer más atractivo el lugar para turistas,

deportistas y pescadores de la zona. Este programa debe ampliarse al resto de los municipios.

Para reducir la contaminación se requiere un programa agresivo de construcción de plantas de tratamiento, de tal forma que todo núcleo de población de más de 2 mil habitantes pueda tratar sus aguas residuales. En el caso de delegaciones y agencias municipales, deberán construir fosas sépticas para reducir la contaminación.

Para financiar este programa se requiere invertir por lo menos 1,627 millones de pesos para construir 52 plantas de tratamiento que faltan en los cinco estados que integran la cuenca. De igual forma, es recomendable que las industrias medianas y grandes contengan un sistema de purificación de sus aguas que por ley existe pero escasamente se cumple.

La aportación de materia fecal de las granjas porcícolas de la zona La Piedad-Santa Ana-Pénjamo es superior a los desechos humanos de la parte baja de la cuenca, por lo que se sugieren acciones tendientes al control de esta importante fuente de contaminación.

En materia agrícola se requiere también controlar y reducir las extracciones subterráneas. En el mismo sentido, se hace necesario el apuntalamiento del ciclo hidrológico a través de la reforestación, restauración de áreas críticas y la ampliación de la cobertura vegetal, la construcción de obras para el incremento de la infiltración del líquido en el subsuelo y construcción de terrazas para el control de escurrimientos erosivos.

Para asegurar un uso más racional del agua y apuntalar las nuevas políticas de conservación de los recursos naturales, se requiere una campaña permanente de educación ambiental que incluya a toda la sociedad y en la que se enfatice la importancia del agua en las actividades económicas y sociales de nuestro país. En lo particular, se requiere formar una cultura del agua que permita un uso racional de este recurso para sentar las bases de un desarrollo sustentable.

Se hace necesario además sintetizar los datos técnicos y científicos ya existentes sobre la cuenca, realizar estudios

multidisciplinarios y multiinstitucionales sobre su problemática, crear una red nacional sobre investigación de esta cuenca y generar un interés internacional en el problema de Chapala, involucrando a especialistas, organizaciones internacionales (ONU, OEA, UNESCO, OMS, etc.) y científicos de otros países.

Se requiere no es sólo sanear el agua, sino también aliviar el deterioro ambiental de la zona por donde corre el río y donde viven más de diez millones de mexicanos. En síntesis, se requiere un programa interestatal de ordenamiento ecológico de la cuenca del río Lerma, bajo la conducción directa de la presidencia de la república que involucre a las autoridades de los tres niveles de gobierno, al ejército, a la comunidad científica, a la sociedad civil y a las organizaciones internacionales relacionadas con el medio ambiente.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Como quedó manifiesto líneas arriba, la problemática del lago de Chapala es grave y compleja. Tan sólo en volumen, este vaso lacustre almacenaba para diciembre de 1999 un 35 por ciento de su capacidad, encontrándose en la cota 93.03. Por su parte, las presas de almacenamiento río arriba, que irrigan cerca de 750 mil hectáreas, están con más del 80 por ciento de su capacidad. En materia de calidad del agua, sigue persistiendo la alta contaminación, a pesar de los esfuerzos y recomendaciones realizadas por las diferentes dependencias gubernamentales y por organizaciones sociales, civiles y científicas.

Esta grave situación, es un claro indicativo de que las acciones y programas, así como las políticas públicas en torno al lago no han sido efectivas. Esto ha sido así, en gran medida, por la falta de coordinación entre los diferentes niveles de gobierno, por la poca participación de la sociedad civil, por las políticas centralizadoras que prevalecen y por la falta de una real política de administración del agua a nivel nacional. Estos problemas se han agravado por el hecho de que unos deciden, generalmente en las grandes metrópolis, y otros ejecutan en los estados y municipios.

De los problemas que enfrenta el lago de Chapala, una gran mayoría tiene que ver con la falta o mal diseño u operación de las políticas públicas, por lo que se puede concluir que los problemas de Chapala corresponden fundamentalmente a la esfera sociopolítica y no a la esfera técnica.

Sin embargo, en esta materia es importante señalar que no ha representado diferencia sustantiva para Chapala el que los gobernantes sean de un partido u otro, ya que la alternancia, que se ha dado principalmente en los ámbitos municipal y estatal en diversas zonas de la cuenca, no ha sido significativa para solucionar la problemática.

De igual forma, las medidas reglamentarias introducidas hasta la fecha no han dado los resultados esperados. Existen leyes nacionales y estatales, así como reglamentos de carácter municipal que no se cumplen ni son hechos cumplir por parte de las autoridades competentes.

La política mercantilista y la corrupción han propiciado el deterioro constante de los sistemas de soporte de vida de la cuenca. Por un lado, el cobro de regalías y tarifas por el uso del agua a miles de agricultores es visto como más rentable por parte de las autoridades de la CNA y, por el otro, la aplicación laxa de la ley en la materia y la ausencia de sanciones y multas por el desperdicio del agua por parte de las autoridades competentes.

Finalmente, es importante señalar que el dilema no es entre agua para la agricultura o agua para Chapala, sino en un uso racional del líquido que permita el desarrollo de ambos.

Chapala: estrategias para un lago¹

*Manuel Guzmán Arroyo
Andrés Valdez Zepeda
Salvador Peniche Camps
J. Guadalupe Michel Parra*

LA CRISIS DEL AGUA

En el siglo XXI la carencia de agua, más bien que la carencia de la tierra cultivable, será la limitante más importante en la producción de alimentos en todo el mundo. La crisis del agua es de carácter mundial, a pesar de las grandes innovaciones tecnológicas de la era moderna, en la actualidad hay más personas que carecen de agua que hace 10 años. Las necesidades en materia de saneamiento son cada vez más indispensables, incluso en los países desarrollados, donde con sus mayores recursos hacen una administración más eficiente y tienen una sociedad más exigente. A principios del siglo XXI, la carencia de agua, más bien que la carencia de la tierra cultivable, será el limitante más importante en la producción de alimentos a nivel mundial. Al igual que el suelo, la cantidad de agua disponible para el uso agrícola no puede ser aumentada, pero puede ser mejor empleada (CNA, 1994; Guzmán, 1997).

En *Nuestro futuro común* el Informe Brundtland (1987) nos dice: «El medio ambiente y el desarrollo no son contradictorios,

¹ Trabajo presentado parcialmente en: Third Inter-American Dialogue on Water Management Facing the Emerging Water Crisis of the 21st Century. «Public participation in water resources decision making: Community participación in waters resources». Panamá, Panamá. Marzo de 1999.

están unidos inexorablemente», ya que no puede existir el desarrollo sobre una base de recursos deteriorados. El panorama mundial es de escasez, sobreexplotación y contaminación que ha llegado a tal punto que representa un factor limitante del desarrollo sostenible de muchas naciones. Esto condujo a que en la Cumbre de la Tierra, en su Agenda 21 se haya formulado objetivos para el Capítulo 18 del Agua (ONU, 1992; Aldama, 1994). Para alcanzar estos objetivos, la Organización de las Naciones Unidas se ha planteado acciones específicas en áreas prioritarias:

- Aprovechamiento integral de los recursos hidráulicos.
- Evaluación de los recursos hidráulicos.
- Protección de la calidad del agua.
- Abastecimiento de agua potable y saneamiento.
- Agua, alimentos y desarrollo rural sostenido.

LA GESTIÓN DEL AGUA

México tiene una rica tradición relacionada con el agua, que se remonta a tiempos prehispánicos; aztecas, purépechas y mayas contaban ya con formas complejas de organización y de administración del agua. En la Colonia se establece el dominio de la corona española sobre tierras y aguas. A lo largo del siglo XIX se va conformando el derecho hidráulico.

En la época moderna, se va gestando el concepto de uso colectivo del agua, con un contenido social. Tres instituciones dan sustento al México moderno: el Banco de México, la Comisión Nacional de Caminos y la Comisión Nacional de Irrigación. Así, el agua toma un papel fundamental en las políticas de desarrollo, concibiendo en el artículo 27 constitucional que tierras y aguas son propiedad de la nación con un carácter inalienable e imprescriptible. Por lo tanto, la explotación de las aguas nacionales sólo puede hacerse mediante concesiones y asignaciones del poder ejecutivo federal (Aldama, 1994). La historia del manejo del agua comenzó hace unos veinticinco años aquí en México, la actual Ley de Aguas Nacionales refleja los principales consensos del capítulo 18 de la Agenda 21.

El balance nacional medio de agua, aunque registra un aparente superávit, no refleja los problemas más graves que afectan a un gran número de los acuíferos y cuencas del país, como lo expresan los balances regionales que muestran un déficit considerable en casi la mitad del territorio (Aldama, 1994). Por cada hectárea de agua de cuerpos naturales.

LA CUENCA DEL RÍO LERMA

El aprovechamiento del agua en la cuenca es: agua superficial ($4\,048\text{ M}^3\text{m}^3$) y agua subterránea ($3\,537\text{ M}^3\text{m}^3$) con un consumo global de $7\,585\text{ M}^3\text{m}^3$ anuales.

Para uso agrícola se emplean $3\,477\text{ M}^3\text{m}^3$ de la superficie y $3\,083\text{ M}^3\text{m}^3$ del subsuelo, con un total de $6\,560\text{ M}^3\text{m}^3$. Para uso doméstico 530 y $315\text{ M}^3\text{m}^3$ con un total de $845\text{ M}^3\text{m}^3$ y para uso industrial 41 y $139\text{ M}^3\text{m}^3$ respectivamente con un total de $180\text{ M}^3\text{m}^3$. El riego consume del 78.0 al 86.5% del agua en la cuenca. El agua para uso doméstico representa el 11.14% y para uso industrial el 2.37% (Sandoval, 1990; CNA, 1993; Mestre, 1994).

La cuenca Lerma-Chapala es una de las regiones más importantes del centro del país no solo por su tamaño, sino por el alto grado de concentración de poblaciones y actividades productivas. Es una de las cuencas más dinámicas de México, ya que forma un eje de desarrollo entre las dos más grandes ciudades del país: México, D.F. y Guadalajara. En ella vive 1 de cada 10 mexicanos (9.5 millones), se tiene 1 de cada 8 hectáreas de riego, más del 30% de la producción industrial nacional y más del 20% del comercio nacional (CNA, 1993).

La precipitación media en la cuenca es de 750 mm; éste índice la ubica como una zona pobre comparada con otras partes de la república. En términos de agua disponible per cápita, la cuenca Lerma-Chapala es pobre; en términos generales, cualquier lugar del planeta en donde la disponibilidad del agua sea menor a $5\,000\text{ m}^3$ por habitante y por año, se encuentra en una situación de escasez (Mestre, 1994) para México en promedio se tiene menos de $4\,000\text{ m}^3$ (Aldama, 1994).

El uso del agua es muy intenso, principalmente para agricultura, que aprovecha un poco más del 78% del agua de la cuenca, tanto de aguas superficiales como subterráneas. Hay importantes distritos y unidades de riego; el total de la superficie de riego es de tres cuartos de millón de hectáreas en apenas 54,000 km²; esto habla de un intenso uso del agua para fines agrícolas (Mestre, 1994).

PROBLEMÁTICA

La cuenca Lerma-Chapala presenta dos problemas fundamentales: cantidad y calidad del agua. El desarrollo demográfico, agrícola e industrial, ha alcanzado un crecimiento tal que demanda cada vez más mayores volúmenes de agua para los distintos usos y esto a su vez produce mayores descargas de aguas residuales urbanas, industriales y agropecuarias. Por lo cual se comienza a sentir una escasez crónica del vital líquido (superficial y freático) y se hace evidente una creciente disminución en su calidad físico-química y bacteriológica, que rebasa las normas oficiales establecidas y lo cual es una severa limitante para el desarrollo de la región.

Se consideran como los principales factores que han limitado las acciones concretas para una adecuada administración y prevención de la contaminación del agua en la cuenca Lerma-Chapala, los siguientes aspectos:

- Falta de aplicación rigurosa de las leyes, reglamentos y normas vigentes para administrar, distribuir, usar, prevenir y controlar la contaminación del agua (Guzmán, 1997; Montoya, *et al.*, 1997).
- Insuficiente personal técnico calificado, así como de dependencias, instituciones o empresas que se dediquen al estudio, administración, distribución, preservación y control de la calidad del agua, en el ámbito nacional, estatal y municipal; así como una carencia de experiencia, de ética y de voluntad política para resolver esta problemática (Guzmán, 1997; Montoya, *et al.*, 1997).
- Creer y hacer creer que el problema de fondo es la falta de

- lluvia (CNA, 1998) y no el desperdicio, que por la falta de administración del agua es la causa real de su escasez
- Considerar que el agua no se pierde por mal uso en la agricultura, ya que de una manera u otra se incorpora al ciclo del agua.
 - Considerar que la evaporación es la principal causa de pérdida de volumen y superficie del lago, con base en un balance hidrológico mal intencionado y sin reconocer las verdaderas causas y por tal motivo debe reducirse el lago a la mitad de su actual superficie, como propone Sandoval (1990a).
 - Conceptos equivocados que consideran que los cuerpos de agua puede transformar todos los desechos que se vierten, siendo que –en su mayor parte– la capacidad de autopurificación de los cuerpos de agua superficiales ha sido rebasada (Montoya, *et al.*, 1997).
 - Reducción del aparato administrativo de la Comisión Nacional del Agua (CNA), en cuanto a personal y recursos económicos por la actual crisis económica de México, que ocasiona una desatención al recurso y al usuario del agua.

ESFUERZOS

Los esfuerzo que se han destinado al lago de Chapala y la cuenca del río Lerma no corresponden con los resultados esperados, que se manifiestan en la actual situación. Numerosos estudios y análisis se han realizados, así como todo tipo de reuniones, congresos, talleres, foros, etc... de diversa índole: políticos, técnicos o sociales. Se han organizado a través de consejos generales y locales de cuenca, instituciones educativas, fundaciones, asociaciones, etcétera.

Se han generado algunas acciones muy puntuales y numerosos programas sectoriales: federales, estatales, de grupos ecologistas y sociales con un alcance muy limitado y muy lejos de los puntos focales del problema. A principios de los 90 se programan cuatro acciones importantes: sanear la cuenca; ordenar los usos del agua: hay más usuarios que agua disponible; lograr un mejor uso del agua: si no se aprovecha bien hay que buscarle mejorar su

eficiencia y mejorar o conservar las cuencas (Mestre, 1994), ninguna de estas acciones se concretó. La problemática del lago se ha vuelto un motivo de protagonismo económico (obras) y político (elecciones). La mayor parte de los actores oficiales y sociales no son ribereños, ni usuarios de la cuenca.

ESTRATEGIAS

Se pretende el fortalecimiento de las acciones de los ribereños a través de la formación o motivación de organizaciones locales (ONG o Rotary Internacional, por ejemplo) y la consolidación del Consejo Municipal de la Ribera formado por los municipios ribereños. Se han enfocado las acciones principalmente al mejoramiento de la calidad de vida con una fuerte base ambiental. Se busca que el municipio sea la unidad de gestión del desarrollo a través de un sólida sociedad ribereña económica y ambientalmente sustentable. Se han planteado y propuesto enmarcar la problemática en tres grandes líneas de acción a dos niveles: la cuenca del Lerma y el lago de Chapala y su cuenca local mediante, una estructura conceptual, estrechamente relacionada a través de un análisis de sistemas:

- El marco natural. Es el marco físico, considerando como tal su estructura geológica y fisiográfica, su hidrología, el clima, el suelo, las comunidades vegetales y faunísticas naturales terrestres y acuáticas.
- El marco social. La población, su número, ubicación, distribución, sus tendencias de crecimiento y su estructura sociocultural.
- El marco productivo. Como consecuencia natural de la interacción de la población sobre su entorno natural, de acuerdo con los modelos tradicionales de uso y abuso de los recursos naturales.

NECESIDADES INMEDIATAS

Como necesidades inmediatas se han identificado las siguientes:

- Implementar una bitácora de operación de las plantas de

bombeo, en cuanto a los volúmenes que manejan, con la participación de autoridades y de los representantes ciudadanos, del Consejo Municipal de la Ribera y del Comité de Cuenca Local del Lago de Chapala, supervisando los volúmenes autorizados y manejados por el Sistema de Agua Municipal (SIAPA) y la Comisión Nacional del Agua (CNA).

- Establecer una red de estaciones hidrométricas sobre los sistemas de extracción y conducción de agua en los ríos Lerma y Santiago y para la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG). En las plantas de bombeo, en los canales, acueductos, presas almacenadoras y derivadoras y en plantas potabilizadoras. Con mecanismos precisos de medición, para establecer una auditoría hidráulica permanente, con una sólida base legal para supervisar los volúmenes de extracción y conducción de agua. De tal manera que el agua que se extrae de los ríos Lerma y Santiago, así como del lago de Chapala sea la necesaria y tenga un uso eficiente.
- Establecer un programa de rehabilitación del río Santiago, desde su salida en el lago de Chapala hasta el Salto de Juanaacatlán. Incluyendo el control de malezas acuáticas, verificando las tomas y descargas agropecuarias, urbanas e industriales sobre el río, reforestación y protección de las riberas, control de extracciones ilegales y un programa de monitoreo de la calidad del agua.
- Establecer con carácter urgente un programa de mantenimiento permanente de la infraestructura hidráulica de los sistemas de conducción para evitar la actual pérdida de grandes volúmenes de agua. Así como el saneamiento del entorno de canales y plantas de bombeo, especialmente en Ocotlán y en la ZMG.
- Establecer y mantener un padrón de usuarios de las aguas del río Santiago y de los canales de riego; legislar para que se tecnifique los sistemas de riego que usan agua del lago de Chapala, excluyendo cultivos que demanden grandes volúmenes de agua, como la fresa por ejemplo.

- Preparar y operar conjuntamente con el Consejo Municipal de la Ribera y los Consejos de Cuenca planes de contingencia para afrontar situaciones de sequía.
- Solicitar al gobierno federal que la Comisión Nacional del Agua re-invierta íntegramente los cobros que realiza sobre las cuotas de agua y las concesiones de la zona federal del lago de Chapala, en obras que beneficien al lago. Así como también establecer una cota mínima para concesiones, abajo de la cual esté estrictamente prohibido, ya que cuando el lago se recupera con tal de proteger a los agricultores extraen mayores cantidades de agua.
- Establecer en la ribera del lago de Chapala y en los ríos Lerma y Santiago un programa permanente de vigilancia sobre las tomas de agua clandestinas, tanto agrícolas como urbanas.

ESTRATEGIAS

La Política Ambiental para un Crecimiento Sustentable en México, considera dentro del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 (SHCP, 1995), lo siguiente:

la estrategia nacional de desarrollo busca un equilibrio —global y regional— entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, de forma tal que se logre contener los procesos de deterioro ambiental; inducir un ordenamiento ambiental del territorio nacional, tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región; aprovechar de manera plena y sustentable los recursos naturales, como condición básica para alcanzar la superación de la pobreza; y cuidar el de consumo y un cumplimiento efectivo de las leyes.

Se requiere de tecnologías apropiadas para el mejoramiento de las técnicas actuales, necesarias para aprovechar racionalmente el agua y protegerla contra la sobreexplotación y la contaminación. La aplicación de la Agenda 21 en el Sector Agua debe apoyarse en una participación de base amplia y en programas de desarrollo

que permitan aplicar soluciones tecnológicas adecuadas. La transferencia, la cooperación y la divulgación deben formar parte integral. La integración de los diversos actores debe ser real y efectiva.

La base real para el aprovechamiento racional y la conservación de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, así como de cualquier otra cuenca natural del estado o del país, requiere de la participación de dos factores fundamentales: el conocimiento científico y técnico adecuado de los sistemas naturales, sociales y productivos y la acción consecuente de un Estado con voluntad política y de una sociedad organizada y comprometida.

La preservación del entorno natural del hombre, es una necesidad fundamental para su existencia, ya que el abuso en el aprovechamiento de los recursos naturales y el deterioro de la naturaleza tendrá un alto costo particularmente a nuestras futuras generaciones, las facturas atrasadas por la falta de acciones concretas serán cobrada en un futuro no muy lejano.

La práctica del manejo integral de cuencas

Salvador Peniche Camps

Manuel Guzmán Arroyo

Andrés Valdez Zepeda

INTRODUCCIÓN: EL JUEGO SUMA CERO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN LA CUENCA LERMA—CHIAPALA—SANTIAGO

El concepto de manejo integral de cuencas es relativamente nuevo. Se trata de la práctica del principio holístico en la solución de los cuellos de botella que determinan el deterioro socioambiental y económico de las cuencas. En la actualidad, la idea renace luego del abandono de la teoría del desarrollo regional y el auge de las políticas de libre mercado. Como lo prueba la práctica, el mercado ha demostrado su incapacidad para ordenar de manera racional los recursos en países como el nuestro, y en los últimos años ha resurgido la necesidad de la participación gubernamental para darle sentido al desarrollo. Por ello, en algunos sentidos, el manejo integral de cuencas coincide con la práctica de la gestión pública, pero es, en esencia, más amplio. La práctica de este principio constituye de hecho el punto que clarifica el nuevo papel del Estado, y delimita su función de mediador entre el impacto económico y social de los flujos económicos (mundiales) y la reacción ciudadana a los efectos socioambientales de este proceso. Ambos elementos, el económico y la reacción de las comunidades, propios de las nuevas condiciones en que se plantean las perspectivas de desarrollo, son objetivos y perfectamente ordenables.

Lo anterior no significa que en tiempos pasados no se contase con intentos serios para desarrollar estrategias de solución de los problemas regionales y de las cuencas. Sucedió que éstos no

funcionaron por carecer de un marco teórico e instrumental que les hubiera dado direccionalidad y con esto la posibilidad de cuantificar sus resultados. Tan sólo en 1970, según Alejandra Moreno (1999), se reportaron 600 planes y propuestas de solución para la cuenca que nos ocupa sin contar con un solo resultado relevante. De ahí que, los préstamos de organismos internacionales para la restauración de la cuenca hayan servido más frecuentemente para amasar inmensas fortunas. El juego Suma Cero en las políticas públicas de restauración de las cuencas consiste en llevar a cabo centenas de iniciativas sin coordinación y lógica holística. Esta práctica elimina los esfuerzos individuales y sólo empeora la situación, como lo demuestra la crisis de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago. No entenderlo así haría sospechar de la cordura de algunos tomadores de decisiones o de la voluntad política que se requiere para salvar al lago.

El concepto de cuenca, como precepto rector de la estrategia, permite identificar el esfuerzo de priorización de los imperativos económicos, sociales y ambientales en el proceso de planeación regional. Se trata de repensar los principios de la planeación regional según la máxima de que «la peor estrategia es carecer de una» y con base en la pertenencia de cada comunidad a cuencas hidrológicas y no en regulaciones administrativas o divisiones políticas. En las recomendaciones de la UNESCO, para la solución del problema del agua en nuestro siglo XXI, se ha considerado el concepto de que «todos vivimos aguas abajo» (*we all live downstream*), como base para el diseño de proyectos de desarrollo regional sustentable. Lo anterior trae consigo toda una serie de consideraciones relacionadas con las aguas transterritoriales, el manejo de mantos freáticos compartidos, y otros que se han convertido en campos fértiles para la teoría de la negociación política a escala mundial.

En esencia, el método del manejo integral de cuencas constituye el ordenamiento de los sistemas de información y de gestión e implica altos niveles de participación ciudadana. Lo anterior se logra con la ayuda de diversos instrumentos para la sustentabi-

lidad (facilitadores de información como los sistemas de información geográfica, instancias de gestión, programas de participación ciudadana, etc.), que permiten el acceso coherente a la información a los individuos e instituciones que toman las decisiones evitando las contradicciones y duplicaciones. Así, la planeación se vuelve verdaderamente unifocal, facilitando la negociación entre los diversos elementos existentes en una cuenca dada. Tanto las condiciones de la globalización como la nueva tecnología hacen posible esta importante tarea.

ELEMENTOS PARA LA SUSTENTABILIDAD
Y EL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS:
EXPERIENCIAS EXITOSAS Y SITUACIÓN EN CHIAPALA

A continuación se describe una serie de elementos que conforman estrategias exitosas de recuperación de cuencas hidrológicas en algunas regiones del mundo. Es probable que en la práctica puedan encontrarse más acciones e instancias efectivas de restauración de cuencas. El propósito de esta relación consiste en describir algunas de las más importantes y recurrentes en la mayoría de los casos.

*Un enfoque no ambientalista
de la revitalización socioambiental y económica*

Una de las razones del fracaso de las estrategias de desarrollo sustentable tradicionales consiste en enfocar las baterías al aspecto ambiental. La conservación de la fauna y la flora pueden ser el objeto principal de las políticas de desarrollo regional sólo en condiciones específicas. Una visión holística requiere la negociación inicial entre las visiones económicas, ambientales y socioculturales sobre el destino de las cuencas. Para ello, es indispensable conciliar las prioridades e interrelaciones entre los aspectos antes descritos. Así, planteando el desarrollo regional de manera integral, se logra una estrategia armónica con metas comunes. Desde luego, esto implica una interpretación consensuada del fin último del desarrollo que encuentre en la sociedad humana su racionalidad.

En otras palabras, se trata de ponernos de acuerdo en que la naturaleza debe estar al servicio del ser humano y no al revés.

Una vez de acuerdo en este punto, se ha logrado más de la mitad. Sin embargo, este consenso no es tan fácilmente alcanzable. La práctica demuestra que es este punto de partida el que enfrenta mayores obstáculos y es frecuentemente el origen de los fracasos más estrepitosos. Se debe partir de un proceso de discusión pública y participativa sobre la naturaleza del problema, las soluciones y la visión que los habitantes de la región tienen y lo que desean obtener de su comunidad.

En la Columbia Británica, el plan de salvamento de la cuenca del río Fraser comprendió la realización de un programa de consultas públicas que sirvió de fundamento para la elaboración del programa «Administración del crecimiento y el uso de la tierra en la Columbia Británica: Aspectos de asentamientos humanos». Este programa comprende un balance de la problemática de la cuenca, la valoración prospectiva de las soluciones propuestas por los diversos sectores y un plan de acción. En la elaboración del documento fueron utilizadas diversas herramientas. Destaca por su carácter innovador el modelo cibernético para la generación de escenarios de sustentabilidad intitulado QUEST, elaborado por el instituto de investigaciones sobre desarrollo sustentable de la Universidad de la Columbia Británica. Este modelo consiste en un sistema de información geográfica que facilita el acceso a la información y genera escenarios de alta probabilidad que se desprenden de las decisiones en materia de políticas públicas. Con este modelo, que puede ser practicado desde cualquier computadora y que es de fácil uso, los tomadores de decisiones, las comunidades y los hombres de negocios pueden descubrir las probables consecuencias de sus decisiones en materia de inversión, cambio tecnológico, impacto ambiental de la mancha urbana. El resultado consiste en un eficiente marco virtual de las consecuencias globales de las estrategias de desarrollo. Otro uso fundamental de este modelo consiste en la educación sobre sustentabilidad en todos los niveles, desde el preescolar hasta el de políticos con experiencia.

Documentos similares, e instrumentos del mismo orden pueden encontrarse en los procesos de salvamento del lago Okeechobee, en la Florida (Everglades Nutrient Removal Project) y del lago Champlain, en los estados de Vermont, Nueva York y la provincia de Quebec (Opportunities for Action), elaborados por el Florida Center for Environmental Studies, y el Lake Champlain Management Conference, respectivamente. En los tres casos descritos la producción de estos documentos directivos estuvo a cargo de instancias plurales, amplias e independientes.

La esencia de los planes antes mencionados consiste en situar en el centro de la estrategia el desarrollo económico de la cuenca haciendo énfasis en el impacto ambiental regenerativo de los proyectos específicos de desarrollo. De esta manera, lo fundamental de las experiencias mencionadas consiste en la conversión de las cuencas, otrora fuentes de contaminación y muerte, en paraísos naturales y ejemplos de industria y agricultura sustentables. La clave de este proceso se encuentra en la participación privada: los empresarios deben entender que las estrategias de desarrollo sustentable no son políticas gubernamentales de terrorismo ambiental (y fiscal) y que el medio ambiente es un excelente negocio.

Este pequeño «giro de tuerca» es el que hace toda la diferencia. Tradicionalmente, la conservación del medio ambiente se ha convertido en una fuente alternativa de recursos del gobierno por medio de las multas y extorsiones. A esto se han reducido las políticas ambientales. Una nueva política de sustentabilidad debe incorporar al sector empresarial como elemento activo del cambio. El sector de los negocios debe saber que por cada peso invertido en esta estrategia recibirá mucho más a cambio.

En la Florida, Disney World invirtió miles de millones de dólares para la restauración de la cuenca del Okeechobee y ahora es uno de los principales destinos de descanso en Estados Unidos, con ganancias multimillonarias. La tecnología ambiental, las plantas de tratamiento, los recursos educacionales, y el efecto multiplicador de las estrategias de recuperación son excelentes proyectos

de inversión. En California, la restauración de los lagos que fueron desecados en décadas pasadas para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Los Angeles ha creado un impresionante efecto multiplicador en la economía. Desde la creación de nuevas tecnologías para ahorro de agua, hasta las consultorías privadas para la solución de problemas ambientales. Todo esto sin contar las ganancias provenientes del sector turístico. No hay intereses contradictorios y todos salen ganando.

Quizás el caso más relevante sea el complejo ecológico de la ciudad de Montreal, cuyo Ecodomo constituye el destino fundamental del turismo de la ciudad, compitiendo con joyas arquitectónicas, museos y demás atracciones. Montreal se ha propuesto el objetivo de convertirse en modelo de compatibilidad entre desarrollo económico y sustentabilidad socioambiental.

La situación en México es compleja. Los procesos de consulta gubernamental reflejan alto nivel de sofisticación técnica pero tienen el defecto de carecer de un consenso generalizado entre la población. Ya sea por los procesos antidemocráticos y verticales de su planeación y ejecución o por la visión de gabinete que los caracteriza, las consultas de la Semarnap y otras instancias gubernamentales federales y estatales no dejan de ser un ejercicio de alta retórica o inocuas fuentes de trabajo burocrático.

En el caso de la cuenca de Chapala, tanto el gobierno del estado de Jalisco, con su proyecto de reordenamiento territorial, como el gobierno federal, con sus consultas, han demostrado su ineficiencia en los hechos, ya que difícilmente podríamos asegurar que los intereses de la comunidad han sido tomados en cuenta. Por ello no es posible consensuar un objetivo común basado en la negociación de intereses sectoriales y regionales. Así, frecuentemente encontramos contradicciones y duplicidades entre las prioridades de las instancias responsables de desarrollo industrial, agrícola, administración del agua, ambiental, etc., lo que al final conlleva al fracaso de los proyectos y al deterioro generalizado de la cuenca.

Ni hablar, aquí, de la existencia de una visión moderna que

considere el impacto económico sinérgico de los proyectos de desarrollo sustentable.

El poder de la información

Otra constante de las estrategias de sustentabilidad consiste en la consolidación de una política informativa sobre la situación de las cuencas. El motor que impulsa la participación ciudadana, la gestión gubernamental, la investigación científica y el financiamiento internacional, por mencionar tan solo algunas de las mas poderosas palancas del cambio, consiste en la existencia de un acceso fácil y transparente a la información económica, socioambiental, y administrativa de los procesos que se generan en la cuenca. Esta información debe ser verídica y de flujo constante. Debe ser promovida como material de discusión en las diferentes instancias de toma de decisiones, de consulta popular ciudadana y entre los investigadores científicos. El riesgo político presente en esta estrategia debe ser asumido y controlado. Sólo con base en la existencia de esta política de información se puede acceder a un proceso de educación que derive en la elevación de la conciencia entre la población y la participación ciudadana.

En Nicaragua, el Centro para la Investigación de Recursos Acuáticos, de la Universidad Autónoma de Nicaragua, tiene un excelente ejemplo de lo que se puede lograr con el prestigio que da la práctica de la generación y distribución de la información confiable. Sin embargo, quizás el paradigma en este sentido lo sea el Instituto Biwa, del lago del mismo nombre en Japón. Ambas instituciones constituyen el soporte de datos que permite diseñar propuestas de trabajo, disponer de financiamientos internacionales y lanzar campañas de educación ambiental, entre otras acciones. La función rectora de ambas instancias es reconocida internacionalmente dentro de las diferencias propias de sus respectivas circunstancias. Por un lado, el instituto nicaragüense se ha erigido como un bastión para la denuncia de las prácticas agrícolas no sustentables propias del contexto centroamericano, en donde las grandes compañías agroindustriales trasnacionales han

convertido el lago Nicaragua en una peligrosa fuente de infecciones para la población. Por otro lado, el lago Biwa se ha constituido como la diva lacustre del mundo, origen y destino de los más novedosos instrumentos para la sustentabilidad y receptáculo de importantes financiamientos para la investigación. El instituto japonés será huésped de la Novena Conferencia Internacional sobre la Conservación y Manejo de Lagos, el año 2001, evento que sin lugar a dudas será el más importante en su género en dicho año. Ambos institutos comparten en esencia la misma preocupación: producir y distribuir información sobre sus respectivas cuencas.

En México, en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, la situación de la información es, por demás, crítica. Existe dispersión e incoherencia en los datos —cuando es posible obtenerlos— que proporcionan las instancias de carácter oficial. La calidad de dicha información ha sido puesta en duda por los especialistas debido a la inconsistencia que existe de un documento a otro. Los informes proporcionados en ediciones de lujo y frecuentemente elaborados a partir de sofisticados modelos matemáticos, se ven contrastados con el hecho de la inexistencia de una red hidrométrica confiable a lo largo de la cuenca (Antakli, 1999). A lo anterior se le debe añadir la falta de transparencia y difícil acceso a la información, ya sea que se trate de datos brutos o de informes elaborados, a causa de temores políticos fundados o infundados.

La diplomacia ciudadana

Los adelantos tecnológicos de la comunicación han creado la posibilidad de acelerar y hacer más efectiva la interconectividad de los ciudadanos del mundo. El activismo internacional y la política focal (*issue oriented politics*) han proliferado junto con Internet. Así, en lo que respecta al desarrollo sustentable, el flujo de información, las acciones de solidaridad, las listas de discusión y la comunicación en general han creado un cambio cualitativo en la escala y formas de solidaridad y acción internacional para la conservación de las cuencas. La participación de grupos ciudadanos en eventos internacionales, llevando propuestas y críticas a la agen-

da oficial, consiguiendo fondos alternativos, publicando informes y en general presionando en la dirección del cambio democrático positivo, son tan sólo algunas de las consecuencias de esta nueva situación. Ejemplos de la importancia de estas actividades los encontramos en la participación ciudadana internacional en eventos como el Día Mundial del Agua, en donde se puso en evidencia la inoperatividad de la agenda oficial (UNESCO, FAO y gobiernos nacionales) en contraposición con las iniciativas ciudadanas (Restrepo, 1999). Más aun, el debate desenmascara algunas de las complicidades existentes entre la agenda corporativa trasnacional, las propuestas de los gobiernos nacionales y las propuestas de los organismos internacionales, como lo demuestra el agrio debate sostenido en el Tercer Diálogo Interamericano del Agua, celebrado en la ciudad de Panamá en marzo 1999.

Organismos Internacionales como Lakenet (<http://www.wordlakes.org>), promueven la difusión de la información sobre la problemática de los lagos y con ello organizan a comunidades relacionadas con el problema de los lagos alrededor del mundo para participar conjuntamente y presionar a los gobiernos locales, empresas nacionales, transnacionales y demás instancias con injerencia en la problemática para que promuevan estrategias sustentables de desarrollo en las cuencas. Una manera importante de realizar esto es el hermanamiento de lagos como el lago Champlain en EUA y Canadá y el lago Toba en Indonesia. El éxito del manejo integral de la cuenca del lago Ohrid entre Albania y Macedonia hubiera sido prácticamente imposible sin la activa participación de la comunidad internacional. A través del apoyo de instituciones internacionales y comunidades ambientalistas de todo el mundo los habitantes de Macedonia y Albania han sabido llevar a cabo el Proyecto de Conservación del lago Ohrid, el cual constituye el modelo de solidaridad internacional.

En la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, la participación internacional apenas empieza. Destaca el activismo de algunos miembros de la comunidad norteamericana que habitan en la ribera del lago (Tony Burton), algunas experiencias de solidaridad en áreas

como la investigación (Universidad Atlántica de Florida y la Universidad de Montreal) y la reciente incorporación del lago de Chapala a la red de solidaridad entre de lagos de Lakenet.

La nueva función de la universidad pública

En el contexto económico y político del siglo XXI, la universidad pública deberá jugar un nuevo papel si es que no quiere sucumbir ante las presiones del mercado mundial. El criterio de calidad total en su acepción más economicista debe ser transformado por un nuevo principio. Las universidades pueden encontrar en la nueva coyuntura mundial una nueva razón de ser como instituciones visionarias capaces de servir de recipientes y generadores del nuevo orden sustentable mundial. En un esquema geopolítico internacional, en el cual los Estados nacionales se ven presionados en su ámbito de acción tanto desde arriba (por los impulsos del mercado mundial), como desde abajo (por los procesos de subregionalización y segregación), las universidades pueden servir como elemento cohesionador entre los diferentes actores sociales participantes en el proceso de desarrollo sustentable. La naturaleza eminentemente apolítica de la investigación universitaria y de la actividad académica en general, entendida en su forma más clásica, permite plantear la posibilidad de que sean las instancias universitarias las que lleven la batuta en el proceso de creación de la visión sustentabilidad y la gestión de los proyectos particulares.

El consorcio creado entre la Universidad de Montreal y la Universidad de Quebec, en Montreal, constituyen la piedra angular en el proceso de salvación del río San Lorenzo, el cual después de haberse visto en llamas vive ahora un renacimiento sorprendente. Carentes de compromisos políticos y económicos fundamentales, los grupos de investigadores de estas universidades han sabido tomar el liderazgo en la elaboración de los proyectos que incluyen por su naturaleza regional amplios sectores y diversas regiones de la provincia de Quebec. Se trata de que la universidad realice e implemente de manera efectiva la función social para la que fue creada.

La cuenca Lerma-Chapala-Santiago tiene un gran potencial en este sentido. Grupos importantes de investigadores han realizado investigaciones serias sobre la problemática de la cuenca en las universidades públicas de los cinco estados por los que atraviesa el sistema hídrico. Destacan la Universidad del Estado de México, la Universidad de Querétaro, Universidad de Guanajuato, el Colegio de Michoacán y la Universidad de Guadalajara. Por desgracia no se ha dado el paso estratégico fundamental que consiste en la creación de una coordinación entre universidades que plantee una estrategia regional de manera conjunta para la solución de los problemas de la cuenca.

Comunidades en acción

El activismo comunitario es el elemento más poderoso en la estrategia hacia la sustentabilidad de las cuencas. El lago Biwa, en Japón, fue salvado gracias al esfuerzo y participación de centenas de amas de casa que se organizaron para protestar por el contenido químico de los jabones domésticos. En el lago Balatón, en Hungría, fueron también las mujeres las que se organizaron y arrinconaron a las autoridades de su país para lograr un cambio en las políticas de administración y manejo de la cuenca. La asociación de mujeres del lago Balatón es una demostración de los alcances del activismo comunitario en los procesos de salvamento de las cuencas. Los procesos de monitoreo de la calidad del agua que realizan las comunidades alrededor del lago Champlain de EUA y Canadá son otro ejemplo de la fuerza y la autoridad moral que tiene la gestión ciudadana bien organizada.

En el lago de Chapala, en los últimos años, han comenzado a surgir grupos ciudadanos cuyo entusiasmo se traduce en acciones específicas de protesta, generación de propuestas, congresos y demás iniciativas. Entre ellos, se cuenta con la red *Todos por Chapala*, que reúne a varias decenas de agrupaciones de diversos perfil cuyo objetivo consiste en fomentar el activismo y la participación de los habitantes de la cuenca. Dentro de su agenda más inmediata se encuentra la organización para la difusión de la in-

formación, la educación ambiental y la propuesta de elevar la posición del lago de Chapala al estatus de Reserva Ecológica de la Humanidad.

El poder de la cultura autóctona

En la estrategia del manejo integral de cuencas resulta imprescindible integrar el aspecto cultural como su base conceptual. La relación cuenca-cultura debe encontrar en la práctica de la gestión de cuencas un lugar prioritario y tangible. De esta manera, mientras la comunidad local se sienta identificada con los valores culturales vinculados orgánicamente con la vida del lago, la política de salvamento se verá fuertemente apuntalada. La experiencia del lago Champlain es muy demostrativa al respecto. En las profundidades de este hermoso lago yacen los restos de decenas de buques de guerra hundidos durante las numerosas batallas que fundaron la esencia misma del pueblo norteamericano. Esta circunstancia ha sido hábilmente explotado a tanto por su valor turístico (a través de excursiones de buceo) como por dar una razón ontológica a la salud de este vaso lacustre. Las comunidades de la cuenca defienden con orgullo este valor histórico. Situaciones similares ocurren en el lago Biwa, en Japón, el lago Ohrid, en Macedonia y Albania, y demás casos exitosos de preservación de cuencas.

El lago Chapala se ve favorecido por el hecho de albergar uno de los santuarios más importantes de la cultura huichola. Entender, fortalecer y honrar la tradición de este grupo étnico debe ser una de las prioridades culturales en la estrategia del manejo integral de su cuenca. Lo mismo debe decirse de los restos de la cultura prehispánica y de la colonial que aun se encuentran en su ribera.

Por otra parte, es importante revisar el vínculo cultura-biodiversidad. El rescate de métodos y costumbres de cultivo y producción constituyen un elemento importante de estrategias de la sustentabilidad. Retomar las prácticas productivas sustentables de nuestros antepasados significa también revalorar la diversidad biogenética y la preservación de especies endémicas. En la red

genética de la vida es importante recordar que todos los seres vivos estamos emparentados y que las prácticas productivas no son otra cosa que una forma de interacción con nuestros familiares genéticos. El fortalecimiento de la biodiversidad debe jugar un papel preponderante en las estrategias de sustentabilidad del lago de Chapala como lo juega en todos los ejemplos exitosos de conservación de cuencas.

Instrumentos para la sustentabilidad

En la práctica del manejo integral de cuencas existe una amplia gama de ejemplos de organizaciones que se distinguen por proveer varios servicios en apoyo a las políticas de conservación de las cuencas.

En el lago Champlain, el Museo de Historia Natural ofrece, además de sus servicios normales, los siguientes apoyos: clases de educación ambiental, capacitación técnica para el monitoreo de la calidad del agua, elaboración de reglamentos y propuestas de ley, espacios para reuniones de los activistas del lago, apoyo técnico para la investigación biológica sobre especies dañinas y la edición de boletines informativos y materiales de educación. En el lago Ohrid, en Albania y Macedonia, existen centros de educación y capacitación ambiental que son un modelo mundial. El Proyecto de Conservación del Lago Ohrid es un modelo que demuestra la importancia y el efecto multiplicador de la educación ambiental en todos los niveles.

En la cuenca Lerma-Chapala-Santiago no existe este tipo de instrumentos para la sustentabilidad. Los pocos espacios que se conocen son producto de esfuerzos individuales o parte de programas de extensión de instituciones de educación media o superior y son de modestos alcances.

Las ONG

Las organizaciones no gubernamentales son una pieza importante en la estrategia del manejo integral de cuencas de cualquier lago sano. Su papel consiste en asesorar a la población en aspec-

tos técnicos, financiamiento internacional, demandas legales y toda clase de acciones que requieran gestión especializada que no puedan ser gestionadas por los grupos de interés público. Un caso especialmente exitoso en este sentido lo constituye el Comité del lago Champlain. Es a través de esta instancia que se llevan a cabo la mayor parte de las gestiones que involucran la participación entre los grupos comunitarios de esa cuenca y las instancias privadas y gubernamentales. Entre los éxitos de este Comité se encuentra haber derrotado al gobierno norteamericano en un juicio que salvó al lago Champlain de una crisis ambiental de grandes magnitudes. Al conseguir que el gobierno utilizara métodos ambientalmente amigables de tratamiento de desechos industriales se logró una inversión de más de 50 millones de dólares destinados a obras de saneamiento. En México muchas son las razones por las cuales aun no se cuenta con una tradición de organización a través de ONG. Trabas fiscales, administrativas y legales hacen difícil este tipo de organización ciudadana. Sin embargo, por la vía de los hechos, poco a poco se han ido creando organismos que realizan esta importante función social. Tal es el caso de la organización Amigos de Chapala, y otras fundaciones que realizan una vida activa alrededor del lago.

La ingeniería legal

Un común denominador presente en las experiencias más exitosas de manejo integral de cuenca consiste en obtener por medio del cabildeo la iniciativa de políticos de alto nivel para tomar como propia la estrategia de salvamento del lago dentro de su jurisdicción. En el lago Okeechobee, en la Florida, fue necesaria la expedición de una ley federal intitulada The Everglades forever Act (Los pantanos son para siempre), que funcionó como un poderoso instrumento para la negociación entre los gobiernos federal, estatal y los más de quince condados que abarca la cuenca. En esencia se trata de una declaración de principios en la cual todo el mundo concuerda. El efecto legal multiplicador de este instrumento es sumamente poderoso. De aquí se desprende la necesidad de mo-

dificar los reglamentos y normas que de otra manera permanecerían como obstáculos para la sustentabilidad. Este enfoque requiere una redefinición de las atribuciones de control, monitoreo y sanción por parte de las comunidades. Dicha labor es una asignatura pendiente en la mayoría de las legislaciones modernas. En el caso del lago Champlain fue el senador Patrick Leahy quien tomó la batuta en el apoyo gubernamental para el salvamento del lago.

La nueva coyuntura política mexicana del siglo XXI que moldeará las relaciones entre los municipios, los estados y el gobierno federal parece una buena oportunidad para que personajes políticos de nuevo cuño retomen esta idea compleja pero efectiva de sustentabilidad y la promuevan de manera efectiva. Hasta ahora tal parece que existen fuerzas al interior del Estado interesadas en el mantenimiento del *status quo* y por ende el deterioro del vaso lacustre. La permanente sesión de permisos federales de grandes extensiones de tierras para uso agrícola dentro del territorio del lago, la carencia de una política de administración de aguas que beneficie el libre flujo del río Lerma hacia el lago de Chapala, la priorización de prácticas insustentables de riego a lo largo de la cuenca, son señales claras de lo anterior. Una ley federal proactiva de preservación y salvamento de la cuenca obligaría a las instancias de menor rango a tomar medidas prácticas de salvamento.

El nuevo gobierno

El nuevo gobierno debe definirse de acuerdo con las nuevas condiciones nacionales e internacionales. En condiciones de la globalización, los gobiernos federales han perdido capacidad de control sobre los procesos de desarrollo, por ello, los gobiernos locales deben asumir mayores responsabilidades con el objetivo de lograr mejores condiciones para sus habitantes. Se trata de evitar que los impulsos mundiales (productivos y financieros) tengan un impacto negativo en las diversas regiones del país.

La nueva gestión pública para el desarrollo sustentable de las cuencas comprende una serie de acciones prioritarias como la educación ambiental, la generación de oportunidades de desarro-

llo sustentable para los empresarios locales, la promoción y ejecución de un nuevo tipo de legislación que tenga el factor ambiental como principio fundamental y la negociación política transmunicipal, entre otras.

El papel preponderante de los gobiernos locales en las políticas de manejo integral de cuencas tiene un brillante ejemplo en el lago Balatón de Hungría. Ahí, fue a partir de la iniciativa del alcalde Karoly Simone que se logró el consenso regional para la gestión de políticas destinadas al cuidado de la cuenca.

En la ribera de Chapala se han desarrollado esfuerzos para la consolidación de una agrupación de presidentes municipales. Esta iniciativa debe fortalecerse a pesar de los problemas que caracterizan al sistema político mexicano, a saber, el pluripartidismo, las jurisdicciones estatales (Jalisco y Michoacán), los diferentes tiempos electorales, etcétera.

El proyecto de manejo integral de la cuenca en el lago Champlain resulta un buen ejemplo de organización intersectorial e interregional.

ESTRATEGIA PARA ALCANZAR LA SUSTENTABILIDAD EN CHAPALA

La situación de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago es crítica. Los problemas que la caracterizan no son causados por un «ciclo natural», sino que son el resultado de procesos relacionados con la actividad humana. Somos los seres humanos los que podemos y debemos solucionarlos. A continuación se describen algunas de las acciones más urgentes que podrían sentar las bases de una estrategia para el manejo integral de la cuenca.

Obtención de un acuerdo político

Quizá el paso más urgente para iniciar una estrategia consistente de manejo integral de la cuenca de Chapala sea la obtención negociada de un acuerdo político amplio. Esta negociación deberá consistir en una decisión por parte de algún dirigente político con visión que sea capaz de tomar el mando en el largo proceso de saneamiento y rehabilitación de la cuenca. Con el liderazgo políti-

co de algún gobernador o grupo de gobernadores, un senador o alguna comisión parlamentaria se podría promover una ley de nivel federal que garantice la existencia segura del vaso lacustre en donde reñiera reglamentos específicos para el manejo sustentable de la cuenca.

Con este instrumento legal se pueden iniciar negociaciones en los diversos niveles de gobierno para la elaboración de la estrategia inicial de consultas ciudadanas. Estas consultas determinarán la problemática, soluciones y la visión que los habitantes de la cuenca tienen sobre su región. El producto final de estas consultas consistirá en la elaboración de un plan de acción para la región en donde confluirán los intereses de los sectores participantes del desarrollo de la cuenca. La filosofía de este documento tendrá que considerar la revitalización económica sustentable de la cuenca, estrategias de diversificación productiva y de saneamiento ambiental.

Es importante señalar que el nuevo marco normativo debe incluir la redelimitación de competencias en ejercicio de las leyes. Es decir, para evitar que la nueva ley se convierta en letra muerta, es indispensable que se realice una nueva distribución de los derechos y obligaciones que se asignan a la federación, los estados y los municipios. Lo anterior para que las comunidades locales puedan ejercer la gestión, sanción y monitoreo que garantice el buen funcionamiento del programa de manejo integral de la cuenca.

Elaboración de una política de información

La gestión pública y la participación ciudadana son prácticamente imposibles sin la existencia de una red de información ágil y transparente. Lo más urgente en este marco es la instalación de una red hidrométrica que provea información científica sobre la calidad y la cantidad del agua en la cuenca. Paralelamente es indispensable la instalación de un centro de acceso a la información y la capacitación de la comunidad para que sea ésta misma la que lleve a cabo los monitoreos y el procesado de información. De esta

manera la población tendrá la seguridad sobre los avances del proyecto y del impacto económico, social y ambiental de sus acciones. Especial énfasis tendrá que darse al análisis toxicológico del agua.

Organización ciudadana

La tercer tarea pendiente consiste en el fortalecimiento de la organización y la participación de los grupos ciudadanos de la región. La filosofía del manejo integral de cuencas indica que son estos grupos los que deben en todo momento conducir el proyecto según lo acordado en el plan general. Los grupos ciudadanos deberán representar a todos los miembros de la comunidad y tendrán la posibilidad de participar en todos los niveles de negociación. En otras palabras, serán esas instancias con el apoyo de las agencias gubernamentales las que redefinan una nueva política en el uso y distribución del agua en la cuenca.

CONCLUSIÓN

El manejo integral de cuencas es una realidad. Funciona en las más diversas regiones del mundo. Ha dado excelente resultado en las condiciones de bonanza económica y libertades políticas occidentales como es el caso de la cuenca del río Fraser en Canadá y los lagos, Biwa y Okeechobee en Japón y EUA respectivamente. Los principios de este modelo funcionan también en condiciones de marginación y conflicto político como son los casos de los lago Ohrid y Balatón, en Macedonia-Albania y Hungría, respectivamente. Por ello, es posible pensar en que la cuenca Lerma-Chapala-Santiago tiene buenas posibilidades de éxito. Para conseguirlo es necesario contextualizar la teoría y aterrizarla de acuerdo a las condiciones existentes en nuestro país.

La primera consideración al respecto consiste en el aspecto financiero. Los proyectos de salvamento de los lagos en Norteamérica tuvieron un costo multimillonario. La ciudad de Montreal gasta 50 millones de dólares al año en educación, monitoreo, investigación y administración de proyectos sobre la cuenca del río

San Lorenzo. ¿Cuánto se necesitará para sanear la cuenca Lerma-Chapala-Santiago? La solución de la cuenca no se encuentra en el dinero. De hecho, estaríamos hablando de sumas parecidas a las invertidas en la cantidad de proyectos inútiles que se han llevado a cabo. Las fuentes financieras externas están interesadas en la problemática del lago, y vendrán a nuestro país siempre y cuando encuentren voluntad y planes serios de sustentabilidad.

Por otro lado, es indispensable considerar que la problemática de la cuenca no podrá ser atacada sin una transformación drástica en los patrones de acumulación, producción y consumo que garanticen la inserción de toda la población en la dinámica de recuperación del lago. No es posible pedirle a la población indigente conciencia y acción en pro del medio ambiente. Al respecto, conviene señalar que la participación privada, la participación del capital extranjero de las compañías trasnacionales deberá pasar por un fino escrutinio ciudadano e internacional para evitar que los proyectos de desarrollo a los cuales nos referimos sean la repetición de las experiencias que sólo traen a nuestro país racismo, pobreza y contaminación.

*Programa de evaluación holística
de la Ciénega y Charal 2000: dos herramientas
para sustentabilidad de Chapala*

*Salvador Peniche Camps
Manuel Guzmán Arroyo
Andrés Valdez Zepeda*

INTRODUCCIÓN

Los modelos que se presentan constituyen herramientas de apoyo para la obtención de la sustentabilidad en la cuenca de Chapala. En el primer caso, el Programa de Evaluación Holística de la Ciénega, se trata una estrategia de generación de información útil para la planeación sustentable de la región. En el segundo caso, el modelo cibernético Charal 2000, aborda un modelo computacional cuyo objetivo consiste en ordenar la información para generar escenarios de alta probabilidad.

PROGRAMA DE EVALUACIÓN HOLÍSTICA DE LA CIÉNEGA

Su aplicación comprende la investigación fundamental, la experimentación, la extensión pública interactiva y el análisis de políticas públicas por parte de una amplia gama de disciplinas. El objetivo general consiste en la búsqueda integral de soluciones institucionales, científicas y tecnológicas para la obtención de la sustentabilidad del ecosistema en la ciénega jalisciense-michoacana. Los proyectos particulares de investigación se refieren de manera conjunta, al medio ambiente natural y humano en sus interacciones.

El marco conceptual del modelo lo proveen cuatro cuestiones fundamentales sobre la sustentabilidad, relacionadas con las políticas de desarrollo regional:

1 ¿Qué clase de estructura ecosistémica y funcional tene-

mos en el presente en la zona? ¿Cuáles fuerzas y procesos le dieron forma históricamente? ¿Cómo se ven afectados por las negociaciones institucionales y de políticas públicas?

2 ¿Qué clase de estructura ecosistémica y funcional quisiéramos tener en 30 o más años?

3 ¿Qué es lo viable? ¿Qué es lo que se puede obtener en el contexto de las limitantes sociales, biofísicas y económicas?

4 ¿Cómo alcanzaremos nuestros objetivos? ¿Cuáles instrumentos políticos y procesos nos ayudarán a alcanzar un futuro más sustentable?

La región de la Ciénega, con la inclusión de los municipios ribereños del estado de Michoacán, constituye el objeto de estudio del proyecto en su dimensión geográfica. Por su dinamismo económico y demográfico esta región se distingue entre las más importantes del occidente de México, lo cual ha puesto en peligro la calidad del medio ambiente.

El modelo tiene como objetivos:

- Estudiar el lago de Chapala, su importancia agrícola, industrial y turística así como su uso como receptáculo de desechos;
- Analizar el uso actual y deseado de la tierra de la cuenca y la explotación de los recursos por parte de las comunidades locales y otras entidades económicas;
- Analizar las prácticas agrícolas de la Ciénega así como el flujo de nutrientes, pesticidas y materia orgánica creados por la agricultura;
- Explorar la historia del medio ambiente y la economía de la región y las transformaciones de las comunidades que la habitan.
- Analizar la estructura de las instituciones que gobiernan la región, cómo se desarrollan y se consolidan;
- Realizar encuestas con la población sobre lo que más valoran sobre su medio ambiente, sobre lo que consideran los peores riesgos y sobre lo que desean en el futuro;
- Medir la interdependencia entre la comunidad cieneguense

- y el ecosistema que la rodea, para determinar la magnitud real de recursos necesarios para sustentarla;
- Trabajar con miembros de la comunidad para desarrollar opciones y analizar alternativas para construir comunidades sustentables y saludables.

El modelo tiene cuatro componentes: el componente del lago, sus afluentes y riberas, el componente de tierras aledañas, el componente de comunidades sustentables, y el componente de toda la ciénega. En los primeros tres componentes se estudian las cuatro cuestiones sobre la sustentabilidad referidas con anterioridad, desde las perspectivas particulares de la tierra, el agua y el desarrollo urbano. El cuarto componente integra e identifica detalladamente los vínculos entre los tres componentes previos. Con ello, se abordan y concretan cuestiones sobre la sustentabilidad establecidas en el estudio para la región.

El componente del lago, sus afluentes y riberas

El lago, sus afluentes y riberas juegan una diversidad de roles en la Ciénega. Son el criadero y base alimentaria del charal y otras especies de peces, aves y mamíferos. Significan una fuente importante de agua potable para las poblaciones aledañas, así como para la ciudad de Guadalajara. La cuenca sirve de foco para el desarrollo de la industria, la agricultura, el turismo y el desarrollo urbano de la Ciénega. Además, sirve de depósito para las descargas domésticas, industriales y agrícolas. Mucha de la actividad humana se ha destinado a la modificación del lago para usos humanos y poca para administrar esas actividades y así preservar los valores ecosistémicos.

Para alimentar esta línea de análisis se plantean proyectos específicos relativos a:

- Las comunidades locales;
- Acción colectiva, políticas públicas y el manejo de recursos naturales;
- Administración pública e iniciativas científicas;
- Percepciones públicas sobre las políticas de desarrollo;

- Percepción del riesgo ecológico;
- La vida de las plantas;
- Los peces y las comunidades invertebradas;
- Los ríos Lerma, Santiago y otros menores.

El componente de tierras aledañas

Analiza y modela una serie de intercambios importantes entre la economía y el medio ambiente. El análisis no pretende considerar con profundidad todos los problemas de la región sino que considera tanto las dimensiones socioeconómicas como las científico-tecnológicas de los vínculos e intercambios más importantes. Con el modelo se propone conocer:

- La dinámica histórica de la economía y el medio ambiente;
- El catastro de nitrógeno y carbón;
- El catastro de metales pesados y pesticidas;
- La biodiversidad;

El componente de las comunidades sustentables

Pretende, por medio de un equipo multidisciplinario, crear y fomentar un mejor entendimiento sobre cómo la igualdad social, la salud pública comunitaria, la viabilidad económica y la sustentabilidad ecológica pueden integrarse en las políticas públicas simultáneamente para alcanzar los niveles deseados de desarrollo y garantizar la obtención de un futuro sustentable.

El componente de la Ciénega

El objetivo primordial de este componente es el de organizar la información sobre los tres componentes anteriores y de otros análisis para producir una visión común de la Ciénega y de su futuro.

Proyectos: Demografía de la Ciénega; La estructura actual del ecosistema; Modelo sobre posibles escenarios en el futuro (se refiere al modelo Charal 2000 descrito en el siguiente punto).

La región Ciénega está experimentando graves conflictos ambientales y económicos que son comunes en los países en desa-

rollo. En muchas partes del mundo se están diseñando estrategias para solucionar estos problemas que suponen la incorporación de un amplio espectro de disciplinas y favorecen la participación interactiva entre los sistemas humanos y naturales. El resultado de la propuesta que se presenta pretende convertirse en una metodología eficiente para la obtención del conocimiento necesario para desarrollar estrategias hacia la sustentabilidad.

CHARAL 2000: INSTRUMENTO CIBERNÉTICO PARA LA GENERACIÓN DE ESCENARIOS ECONÓMICOS Y SOCIOAMBIENTALES

El problema del desarrollo es cada día más vigente. El debate en torno a los diversos paradigmas propulsores de estrategias para el crecimiento y el mejoramiento de los parámetros sociales se intensifica generando, a la vez, una gran cantidad de opciones y posibilidades de aplicación. En este contexto, proponemos la creación de una herramienta que permita el acceso a la información de manera sencilla y que a la vez promueva la discusión entre los diversos sectores que deben definir el modelo de desarrollo en cada región.

En el mar de información lo más importante es no ahogarse. El crecimiento del volumen de la información es geométrico y nuestra capacidad para manipularla crece de manera aritmética. Por ello, quizá sea prudente crear instrumentos para la utilización y vinculación de la información a la par de los ya existentes que la generan. Lo anterior parece ser una buena idea ya que los tomadores de decisiones se encuentran cada vez más aislados de la información. Además, los datos que logran filtrarse generalmente se encuentran en formatos difíciles de entender o manejar. Por otro lado, la información está compartamentalizada a pesar de que la realidad representa una unidad en donde las fronteras son cada vez más difíciles de distinguir.

En este contexto, de nada sirve contar con acceso a nueva información o a información estandarizada si no se puede utilizar de manera eficiente. En pocas áreas es esto tan evidente como en la toma de decisiones para el desarrollo regional.

Un modelo de modelos

El modelo que se propone no pretende suplir otros modelos, ni tiene como objetivo realizar las tareas especializadas de análisis que estos generan. Charal 2000 se conforma de modelos existentes, potenciando sus capacidades analíticas, poniendo a la disposición de los usuarios y participantes los resultados de las interacciones y las incertidumbres generadas por estos. Cada modelo aporta las tendencias más generales, los resultados y los principios más fundamentales de cada uno de los sectores de la realidad regional para hacerlos interactuar de manera divertida, que no superficial. El objetivo consiste en generar posibles escenarios de interacción. En resumen, el modelo explora los escenarios probables derivados de nuestras decisiones. Lo novedoso es que sirve fundamentalmente para interrelacionar modelos mucho más sofisticados que sólo pueden ser entendidos y manejados por especialistas y que, por definición, dan una visión parcial de la realidad.

Charal 2000 no puede ser «implantado» en cualquier región. Debido a que parte de la especificidad de cada región, de las interacciones causales locales, el modelo tiene que ser diseñado de manera local y participativa.

Local porque en cada región se definen las visiones y los valores de desarrollo pero también porque cada región cuenta con una red de realidades, incertidumbres y vínculos causales entre la problemática socioambiental y económica que son irrepetibles. Los problemas podrán parecerse en diversas regiones (*i.e.* pobreza, contaminación, seguridad pública, etc.) pero las causas y sus interacciones son únicas.

La herramienta es participativa, porque debe contar con el insumo y el trabajo en el diseño de todos los sectores de la región (gobierno, especialistas y sociedad civil) en todas y cada una de las etapas de la construcción de la herramienta: el diseño, la construcción y la definición de los criterios de su uso.

Un modelo computacional que no es

En realidad Charal 2000 no es un modelo tradicional, es más bien un enfoque computacional que encuentra su forma en una herramienta que explora escenarios posibles de sustentabilidad. Un enfoque que requiere de una metodología de diseño, construcción y uso específico para cada zona.

Se materializa en un disco de 3.5 para PC 460 o mayores, que puede ser activado por los no especialistas y que contiene información verídica sobre los principales problemas de una región determinada.

Los usuarios de tal herramienta pueden ser los responsables de las políticas públicas de desarrollo, las comunidades, los profesionistas y los estudiantes. El objetivo final es comprender la naturaleza holística del desarrollo regional.

Descripción conceptual

El marco conceptual constituye la estructura para conformar la herramienta de creación de modelos de valoración. Constituye una especie de guía para la construcción de una serie de submodelos de procesos y problemáticas específicas que servirán para la definición de un modelo concreto y útil para la creación de escenarios futuros. Este modelo incorpora decisiones estratégicas de los posibles usuarios, sus incertidumbres sobre el futuro y las diversas visiones de la comunidad en cuestión. Este marco conceptual constituye un sistema de submodelos interdependientes e interconectados, los cuales representan las problemáticas más importantes de sustentabilidad de la región. Para obtener los objetivos expuestos es necesario contar con una serie de elementos importantes que se describen a continuación.

a) Población, economía y uso de tierra: La piedra angular de este marco conceptual consiste en establecer vínculos importantes entre los diversos sistemas. El modelo general integra este sistema de vínculos a un flujo de información que pasa desde lo más fundamental hacia lo más dependiente y complejo. Un modelaje acep-

table de la problemática de la sustentabilidad requiere de la identificación de los factores importantes que ocasionan un impacto cuantificable en los sistemas ambiental, social y humano de la región. El uso de la tierra, la economía y la dinámica de la población constituyen las tres fuerzas fundamentales que conducen al modelo. Existen un par de razones básicas para fundamentar esta determinación:

- El marco conceptual reconoce los niveles más esenciales de la integración del sistema, el papel fundamental interdependiente que tiene el uso de la tierra, la economía y la dinámica de la población en el desarrollo de las diversas regiones a través del tiempo.
- El modelo interconecta a estas tres fuerzas de tal manera que fomenta una perspectiva más amplia y unificada para un perfil de modelaje integrador de la problemática de la sustentabilidad en el área de estudio.

b) Integración de un sistema de los submodelos ambiental y humano. Dentro de una región existen muchos sistemas humanos y ambientales interconectados en una red dinámica y concreta de relaciones de causa y efecto, que establecen las características de sustentabilidad del área. Para entender la sustentabilidad dentro de una región se requiere comprender las interacciones fundamentales entre los sistemas ambiental, social y económico. La generación de escenarios futuros aceptables se basa en la capacidad del modelo para capturar las dependencias y concesiones que interaccionan entre los sistemas fundamentales de sustentabilidad. El marco conceptual incorpora aspectos importantes de la actividad de estos sistemas lo que permite la generación de escenarios futuros aceptables en la Ciénaga:

- Cada sistema incluido en el modelo debe representar una problemática importante en la Ciénaga; se cuenta con subsistemas como el de la urbanización, la demografía, la calidad del aire, la calidad del agua y el transporte.
- El marco conceptual identifica las relaciones fundamenta-

les que existen entre los sistemas humano y ambiental, las cuales emanan de los impactos provenientes del uso de tierra, la economía y la población.

- El modelo identifica las variables fundamentales, los *inputs* y *outputs* necesarios para capturar las funciones importantes de los sistemas modelados.

c) *El diseño holístico y unificado del modelo.* El proceso del diseño de la herramienta del modelaje de evaluación integral para la región representa un esfuerzo complejo y de amplio espectro. El contexto holístico de priorización de objetivos aplicables a cada componente del diseño representa un elemento importante del éxito del modelo. El marco conceptual proporciona una perspectiva amplia con objetivos específicos que garantiza que cada esfuerzo de modelación sea eficiente y efectivo en todas las direcciones generales del proyecto. La construcción del modelo se compone de una serie de pasos entre los cuales se incluyen, por ejemplo, la recolección de información, la ejecución de talleres específicos sobre la problemática de la sustentabilidad, el diseño de submodelos, la integración de los mismos y su comprobación efectiva. El marco conceptual y el proceso de diseño necesarios para garantizar los objetivos primarios de los requerimientos del proyecto general se logran con las siguientes acciones:

- Guiando el progreso de los procesos de diseño hacia un producto integrado y unificado.
- Proporcionando el contexto para la realización de una serie de talleres productivos y eficientes para cada una de las problemáticas de sustentabilidad identificadas en la región.
- Identificando la información requerida y las necesidades de datos que permiten el establecimiento funcional de los submodelos.
- Priorizando la recolección de la información y los esfuerzos del modelaje para alcanzar una administración eficiente del proceso de diseño.
- Asegurando que se desarrolle un modelaje más detallado de

la problemática de la sustentabilidad que refleje las metas del diseño general del modelo.

d) *Técnicas innovadoras del modelaje.* Los escenarios futuros deben ser descritos a través de un formato que permita el fácil y útil entendimiento de sus características. Los *outputs* deben reflejar de una manera sucinta y clara los indicadores más importantes para cada problemática de la sustentabilidad. La técnica de modelaje que se propone permite que los *outputs* se presenten de manera relevante a escala humana. Las técnicas usadas para alcanzar lo anterior son:

- La combinación de fuentes de información e inventarios de datos que poseen gran valor como indicadores regionales agregados y que incorporan dimensiones espaciales o geográficas.
- Las técnicas de modelaje numérico basadas en inventarios de datos regionales existentes que proveen *outputs* tanto de la región como per cápita para cada problema.
- Los modelos basados en SIG que implementan bases de datos espaciales e información geográficamente relevante para proveer mapas visuales receptivos y patrones de los *outputs*.

Charal 2000 no pretende resolver los problemas de desarrollo de la región en estudio. Tampoco es un recetario de acción ni un instrumento de pronósticos. Es una herramienta de discusión, de reflexión y educación pública. No es un instrumento analítico, ni un modelo de investigación, es un banco de datos de fácil y rápido acceso que sirve para crear escenarios y explorar las consecuencias de nuestras acciones. Crea un nuevo modo de trabajo de planeación y evaluación, promueve la participación de los diversos sectores y ayuda a entender las interacciones de todos los miembros de la sociedad y la naturaleza holística del desarrollo.

*La bibliografía sobre el lago de Chapala. Análisis hasta 1987*¹

*Manuel Guzmán Arroyo
Mario G. Morelos López*

INTRODUCCIÓN

La información sobre el lago de Chapala es relativamente amplia y dispersa, una parte de ella se encuentra como informes técnicos de circulación limitada, cuyo acceso es reducido. Otra parte son trabajos escolares, generalmente tesis o trabajos de servicio social, tanto a nivel pre como profesional. Otro conjunto de información que en ocasiones rescata parte de la anterior son las ponencias en congresos, simposia o mesas redondas, donde la información es expuesta pero con cierta limitación respecto a su extensión original, en pocas ocasiones se publican las memorias en extenso.

De los trabajos generales que abordan diversos aspectos sobre el lago de Chapala se tiene: los trabajos de la SRH (1972, 1973, 1974a y 1974c); el artículo de Sandoval (1979) sobre los «Mitos y verdades sobre el lago de Chapala»; el libro de Estrada, Flores y Michel (1983), donde realizan una síntesis de la información de Chapala cubriendo aspectos físicos, biológicos; Orozco (1984) hace un artículo sobre el lago, de los años treinta a los sesenta; Paéz (1984) en su artículo «Chapala a través de los siglos» hace una reseña sobre 1 000 artículos periodísticos; Böehm (1985) sobre «La información sobre Chapala», en el cual hace una relación de

¹ Publicado en 1992 en *Tiempos de Ciencia* núm., 28. Universidad de Guadalajara.

la información periodística sobre el lago; Limón, *et al.* (1985a y 1985c), presentan una recopilación de la información sobre la calidad del agua del lago de Chapala, donde incluye además diversos temas de carácter general. Dada la dispersión de temas se ha considerado necesario el realizar un análisis de la estructura bibliográfica sobre el lago de Chapala.

OBJETIVOS

Se plantea como objetivo del estudio, el análisis de la estructura de la información bibliográfica sobre el lago de Chapala y su cuenca local hasta el año de 1987, desde diversos aspectos como: temas abordados; autores y coautores que han realizado los trabajos y las instituciones o dependencias que han participado tanto en la ejecución de los mismos, como en su patrocinio o edición. De esta manera, la meta es tener un análisis preliminar cuali y cuantitativo sobre el grado de conocimiento del lago y su entorno: físico, biológico y socioeconómico, que permita por una parte iniciar un acervo bibliográfico actualizado y accesible de la información y por otra que permita la planeación de nuevos estudios y actividades con base a las necesidades de información registrada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este primer análisis de la bibliografía sobre el lago de Chapala, se dio especial énfasis a la información de carácter técnica y científica, es por ello que aspectos históricos, literarios, socioeconómicos y afines están representados en forma limitada. Se realizó una revisión bibliográfica inicial en diversas bibliotecas, tanto de la Ciudad de México como de Guadalajara, en las instituciones mencionadas en «Fuentes de información».

Se obtuvo material bibliográfico original y fotocopias. Parte de la documentación no fue posible obtenerla, por lo cual se analizó a partir de las publicaciones que la citan o bien de los títulos o resúmenes de las citas bibliográficas, con las limitaciones del caso. Cierta información no trata directamente de aspectos del lago, pero

sí de la cuenca, de especies afines o bien dentro de aspectos generales relacionados, por lo que fue considerada. Para su análisis fueron ordenados en forma alfabética y por frecuencia progresiva.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 131 títulos, de los cuales en 54 (42 %) se obtuvo el artículo original, o en su defecto fotocopia. Los resultados fueron organizados en cuatro aspectos básicos:

Temas

Se identificaron 27 temas y 17 subtemas, la mayor parte de ellos corresponden a áreas tecno-científicas, por lo que es necesario hacer varias consideraciones respecto al análisis temático. Una de ellas es que un título determinado puede abarcar dos o más de los temas y es por ello que la contabilización total es superior al número original de títulos. La otra consideración es el criterio con que se han subdividido los temas y subtemas y que pudieran crear confusión, por ejemplo el tema hidrología se maneja independiente de contaminación y de limnología, aún cuando son temas afines.

Autores

Se contabilizó un total de 87 primeros autores, el número es menor del total debido a que un mismo autor publica en más de dos ocasiones. Los Autores más representados en las citas son: SARI/SRII (hidrología, batimetría y limnología) con 12 títulos (9.1 %), J. Álvarez y F. De Buen (ictiología) con 6 títulos (4.6 % c/u), G. Limón (calidad del agua y limnología) con 5 (3.8 %) E. Estrada (geografía y limnología) y D. Jordán (ictiología) con 4 títulos (3.1 % c/u).

Coautores

Fueron registrados 112 nombres, del total de publicaciones se tiene que solo 87 como primer autor, 15 como segundo, 4 como tercero y cuarto, 1 como quinto y 1 como sexto. Los coautores más representados en los títulos son: J. Jaramillo y J. Soto (con 3 c/u); G. Limón, L. Basich, R. Ledesma y S. Álvarez (con 2 c/u).

Instituciones

Fundamentalmente se considera a la institución responsable de la publicación, esto enmascara un hecho importante: que los autores pueden o no pertenecer a ella, con análisis posteriores, en donde se cuente con mayor información se podrá resolver este aspecto. En este análisis se debe considerar otra situación importante, en cuanto al autor y es el caso de los trabajos bajo contrato de alguna dependencia oficial con una institución privada o educativa, tal es el caso de los estudios realizados por la UNAM bajo contrato con SRH, en tales casos se consideró la autoría para ambas partes, es por ello que el número total es mayor que el de los títulos originales.

Los resultados se presentan con un total de 21 instituciones, ordenadas alfabéticamente por institución y dependencia, con sus iniciales de identificación del título; el número total y el porcentaje. Las instituciones de educación superior (universidades) han publicado 31 títulos (34.1 %), teniendo la UNAM 15 títulos (16.5 %), participando 3 facultades y 2 institutos. Las instituciones y sociedades privadas o civiles con 27 títulos (29.7 %), destacando el Colegio de Ingenieros Civiles de Jalisco con 11 títulos (12.1 %). Las dependencias oficiales (federales o estatales) con 25, (27.5 %), siendo la SARH (SRH) con 12 títulos (13.2%) la más importante.

NECESIDADES DE INFORMACIÓN

Dentro de los temas analizados se encontró que en algunos falta un mayor grado de información, particularmente aquellos que presentaron menos de tres citas, como son; agrología, arqueología, bacteriología, batimetría, economía, irrigación, paleontología, salud pública, Tratamiento de aguas y turismo. Se identificaron temas que es necesario abordar como: aspectos botánicos, forestales, agrícolas y ganaderos, biotecnología, edafología, sedimentología, clima y paleoclimatología, hidrología física, turismo, recreación, ordenamiento urbano, ecológico y pesquero, salud, socioeconomía, industria, educación, geografía física, humana y económica. historia, folclor, legislación: hidráulica, sanitaria, agraria, ambiental y pesquera.

CONCLUSIONES

Las conclusiones deben ser consideradas con un carácter preliminar y como resultado de un análisis sobre la bibliografía a la que se tuvo acceso hasta el año de 1987.

Fueron analizados 131 citas bibliográficas que en forma directa o indirecta tratan diversos tópicos sobre el lago de Chapala. Se identificó un total de 27 temas y 17 subtemas.

Los aspectos más abordados son: ictiología con 38 citas (20.8 %), hidrología con 28 (15.3 %), calidad del agua con 20 (10.9 %). Se registraron 87 autores, siendo los principales: SARH (SRH) con 12 citas (9.1 %); J. Álvarez y F. De Buen con 6 citas cada uno (4.6 % c/u); G. Limón con 5 (3.8 %); E. Estrada y D. Jordán con 4 citas (3.1 %); un total de 68 (78.2 %) citas fueron realizadas por un autor, 15 (17.2 %) por dos y 4 (4.6 %) por tres o más. Se contó un total de 25 Coautores, de los cuales los más importantes son: J. Jaramillo y J. Soto con 3 citas c/u; G. Limón, L. Basich, R. Ledesma y S. Álvarez con 2 citas c/u. De un total de 21 Instituciones registradas, las más importantes en la generación de información sobre el lago fueron: las universidades con 31 citas (34.1 %); las instituciones y sociedades privadas o civiles con 27 citas (29.7 %) y finalmente las dependencias oficiales con 25 (27.5 %).

RECOMENDACIONES

La necesidad de sistematizar la información sobre el lago es una tarea permanente y es por ello que la creación de un centro de información documental es una necesidad inmediata, ya que permitirá la rápida y eficiente consulta sobre cualquier tópico desarrollado. Se considera como una muy seria responsabilidad por parte de autores e instituciones, llevar a la luz pública a través de publicaciones por modestas que estas sean la información que se genera en las diversas fuentes de trabajo, tales como informes, tesis, reportes, documentos internos etc., o bien informar y permitir el acceso a dicha información. El conocimiento adecuado de la información existente, evita la duplicidad de esfuerzos y puede llevar a resultados más adecuados los trabajos que se rea-

lizan sobre los muy diversos aspectos relacionados con el lago de Chapala.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Relación en orden alfabético de las instituciones de educación superior, dependencias oficiales e instituciones no gubernamentales donde se realizó la búsqueda bibliográfica sobre el lago de Chapala (se han conservado sus nombre originales):

- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. México y Aguascalientes.
- Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México.
- Instituto Politécnico Nacional.
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México, D.F.
- Centro de Investigación Interdisciplinaria para el Desarrollo Integral Rural. Jiquilpan, Mich.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología:
Subsecretaría de Ecología. México.
Delegación Federal en el Estado de Jalisco. Guadalajara, Jal.
- Secretaría de Pesca.
Centro de Documentación e Información. México, D.F.
Biblioteca Central. México, D.F.
Delegación Federal de Pesca en Jalisco.
Delegación Federal de Pesca en Michoacán.
Centro Regional de Investigación Pesquera en Pátzcuaro, Michoacán.
- Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Sección Jalisco.
- Sociedad Mexicana de Ingeniería Ambiental. Jalisco.
- Universidad Autónoma de Guadalajara:
Escuela de Biología.
- Universidad de Guadalajara:
Escuela de Geografía
Facultad de Ciencias Biológicas.
Facultad de Turismo.

- Instituto de Geografía y Estadística
- Instituto de Astronomía y Meteorología.
- Universidad Nacional Autónoma de México:
 - Centro de Información Científica y Humanística.
 - Instituto de Biología.
 - Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
 - Instituto de Ingeniería.
 - Unidad Central de Bibliotecas.

Las fuentes de información sobre la cuenca Lerma–Chapala–Santiago¹

*Manuel Guzmán Arroyo
Salvador Peniche Camps
Andrés Valdez Zepeda*

INTRODUCCIÓN

Las fuentes de información sobre la cuenca del Lerma y del lago de Chapala han sido tradicionalmente los documentos generados por las diversas dependencias del gobierno federal, los gobiernos de los estados de la cuenca y las instituciones de educación superior. Estos documentos son informes o estudios de tipo monográfico o diagnóstico sobre muy diversos aspectos puntuales (agrícolas, pesqueros, población, salud, planes de desarrollo, etc.), otros son estudios realizados por empresas bajo contrato de los gobiernos o de las instituciones involucradas como Fideicomiso Nacional Financiera (FNF). La información estadística que se suministra desde los gobiernos de los estados a la federación y los censos periódicos que realiza por ejemplo el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), esta información para el mismo aspecto puede variar según la fuente consultada. En general se refieren a censos de población y actividades agrícolas, pecuarias, mineras, pesqueras, industriales, comerciales y servicios. Las principales fuentes de información identificadas a la fecha, sobre la cuenca Lerma–Chapala–Santiago son las siguientes:

¹ Trabajo presentado en: Summit on Information of the Water. Atlantic University of Florida, EUA, 1999.

ARCHIVOS DE LA COMISIÓN DEL RÍO LERMA (CRL)

Los archivos de la Comisión del Río Lerma de la antigua Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), abarcan el Sistema Hidrológico Lerma-Chapala-Santiago, dicha comisión desaparece a finales de los 70. El Fondo Documental del Comité Técnico Asesor contenía no solo documentos, como proyectos, diagnósticos, monografías etc, sino también películas (16 mm), fotografías, fotos aéreas, cartografía, etc. Fue objeto de un saqueo sistemático por parte de los funcionarios y encargados de guardarlo. Lo que quedó paso a ser administrada por el Consejo Estatal de Seguimiento y Evaluación del Acuerdo de Chapala (CESEACH).

Durante las dos primeras administraciones del CESEACH se destinaron importantes recursos para la organización y rehabilitación del material que los años de abandono había deteriorado. Se generó el «Catálogo Bibliográfico Parcial del Fondo Documental del Extinto Comité Asesor de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago» (CESEACH, 1990) con una relación de los principales materiales existentes (aproximadamente 850 títulos). Durante la última y actual administración (1995-2000) todo ha vuelto a quedar en el abandono, ya que no se ha continuado la rehabilitación, el ordenamiento o la catalogación de los materiales.

No cuenta con *e-mail*, ni página web y no se tiene acceso directo a la información.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA)

Sistema Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua (SINCA)

Este sistema opera a nivel nacional, es responsable de la toma de datos físico-químicos en estaciones de monitoreo en toda el país. Para la cuenca Lerma-Chapala se tienen una red de estaciones con 72 en Jalisco. Con la información del SINCA se alimentan dos subsistemas: Sistema de Información de Calidad del Agua (SICA) y el Sistema de Información del lago de Chapala (SILCH).

En el caso particular del lago de Chapala el SILCH tiene 32

estaciones en el lago, siendo la estación 16 una estación de monitoreo internacional (GEMS/Water). Para Jalisco, el Centro de Estudios Limnológicos (CEL) de la CNA es el responsable de la toma de muestras y de análisis de laboratorio.

La información del lago de Chapala se maneja a través del Regional Analysis by Intelligence Systems on Microcomputers (RAISON), desarrollado por el National Water Research Institute (NWRI), transferido al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), dentro del marco de cooperación técnica con Canadá. Es un sistema integrador para análisis de información con capacidades de base de datos, hoja de cálculo, edición gráfica, estadísticas, programación externa de modelos (RPL: RAISON Programming Language), generación cartográfica georeferenciada. Este programa se ha facilitado a investigadores externos a la CNA.

El SINCA como tal no cuenta con e-mail, ni página web y no se tiene acceso directo a la información ni al programa.

Centro de información de la cuenca Lerma-Chapala (CICLCh)

En la segunda sesión ordinaria del Consejo Consultivo de Evaluación y Seguimiento, celebrada el 23 de agosto de 1990, se destacó la gran dispersión de la información existente relacionada con la cuenca Lerma-Chapala, así como la necesidad de realizar un esfuerzo para integrar y divulgar el acervo de esa región, creando un centro de información. El 14 de octubre de 1992 fue constituido el Comité Técnico Administrador del Sistema de Información, mismo que apoya el interés de sus integrantes y crea un fideicomiso público para facilitar la administración de los recursos que se aporten. Está integrado por representantes de las entonces secretarías de Desarrollo Social de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y de Pesca; por representantes de los estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro, así como de Petróleos Mexicanos, de la Comisión Federal de Electricidad y de la Comisión Nacional del Agua. Es así como el Centro de Información inicia sus activida-

des desde el mes de agosto de 1994 y queda formalmente constituido el 31 de octubre de ese mismo año.

Con la participación de los cinco estados de la cuenca del Lerma (Estado de México, Querétaro, Michoacán, Guanajuato y Jalisco), con un monto inicial de 50 millones de viejos pesos. Los cinco estados contrataron y prepararon personal calificado para su manejo y adquirieron un moderno equipo de cómputo para funcionar como una red interestatal, pero nunca funcionó en los estados.

Actualmente el servicio se realiza a través del servidor del Centro de Investigación y Asistencia Técnica de Querétaro (CIATEQ), del Sistema SEP-Conacyt, que presenta los datos proporcionados por la CNA. La información es muy limitada y con un retraso de hasta seis meses; por ejemplo, presenta mapas con datos como imágenes de bits, algunos de ellos ilegibles por su escala. No es interactiva y los datos tienen que copiarse a mano de los mapas impresos o de la pantalla. Dirección: <http://ciateq.mx/~lermaham/lerma.htm>

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, es una dependencia desconcentrada de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales, Agua y Pesca. Es una de las instituciones más desarrolladas en México respecto a investigación y tecnología hidráulicas.

Desarrolla importantes estudios e investigaciones sobre el agua en México desde muy diversos aspectos, como por ejemplo de contaminación, geohidrología, control de malezas o modelos hidrodinámicos. Cuenta con una importante biblioteca, tiene una revista periódica especializada y numerosas publicaciones de sus trabajos. A través de su página web vende servicios de información hidrológica. Dirección: <http://www.imta.mx>

Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

El Servicio Meteorológico Nacional, bajo la administración de la CNA, es el responsable de integrar y organizar la información climática del país.

La información proviene de varias fuentes, ya que diversas dependencias tienen estaciones climatológicas, entre las más importantes están las del propio SNM, las de la CNA, las de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y de algunas dependencias estatales y recientemente de organizaciones de agricultores a través de redes agroclimatológicas. A través de la página web del SNM se puede tener acceso a imágenes de satélite de la región (NASA, EUA). Dirección: <http://smn.cna.gob.mx>

Gerencia Regional Lerma Santiago Pacífico (GRLSP)

Con sede en la ciudad de Guadalajara, tiene a su cargo la toma y organización de los datos hidrométricos y climatológicos de la cuenca del Lerma del lago de Chapala y del río Santiago. La información hidrométrica se toma con métodos actualmente obsoletos y se maneja en hojas manuscritas. Gran parte de los datos son obtenidos mediante cálculos y estimaciones mediante fórmulas y no son datos de campo. Esto implica serios márgenes de error, ya que no hay una calibración entre los datos estimados y los observados. Toda la información se maneja manualmente. En acuerdos especiales los usuarios externos desarrollan las bases de datos a cambio del préstamo de la información, dado lo cual esta información no está totalmente actualizada y las bases tienen criterios diferentes.

La información climatológica tiene dos tipos de datos, los de las estaciones manuales, que requieren de un proceso de digitalización y las estaciones automáticas, que vía satélite envían la información a una central donde se procesan y pasan al Servicio Meteorológico Nacional manejado por la CNA. En general, la información climatológica tiene un manejo más avanzado que la hidrométrica.

No cuenta con página web propia y no se tiene acceso directo a la información.

Centro de Estudios Limnológicos (CEL)

Este centro es el responsable de la toma de datos físico-químicos

en Jalisco y el sistema Lerma–Chapala–Santiago, dentro del Programa de Saneamiento y Calidad del Agua (PSCA) de la Subgerencia Técnica de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (STASIR), de la Gerencia Regional Lerma Santiago Pacífico y de la CNA.

Al igual que la información de la GRLSP, toda se maneja manualmente y en acuerdos especiales los usuarios externos desarrollan las bases de datos a cambio del préstamo de los datos, los cuales son de buena calidad, no da servicio directo al público. La información se obtiene a través de la Gerencia Regional, en las oficinas centrales de la CNA en México o en el IMTA.

No cuenta con *e-mail*, ni página web propia y no se tiene acceso directo a la información.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA

A través del Instituto Nacional de la Pesca (INP, 1994), desarrolló el *Atlas pesquero de México, pesquerías relevantes*, en un CD presenta información general sobre la pesca y el medio ambiente acuático en la región. En su página web tiene una sección sobre los lagos de Pátzcuaro y de Chapala, siendo la información muy limitada sobre este último. <http://www.semarnap.gob.mx/microregiones/patzcuaro/pz-geosist.htm> y <http://www.semarnap.gob.mx/microregiones/chapala/ch-geosist.htm>

En agosto de 1999, la Subsecretaría de Planeación de la Semarnap anunció en la ciudad de Chapala, Jalisco el «Atlas cibernético de Chapala», realizado por el Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, llamado también GeoCentro del Sistema SEP-Conacyt, con el apoyo de la Gomatic and Cartographic Research Unit (GCRU) del Department of Geography (DG) de Carlton University (CU) de Ottawa, Canadá y con financiamiento internacional. Al respecto, en un folleto de la Semarnap se menciona que:

El Atlas permitirá responder a preguntas sobre recursos naturales, el medio ambiente, y la actividad humana. Ofreciendo informa-

ción histórica, biofísica, ambiental, demográfica y cultural sobre la zona. Contiene temas como dinámica espacial de la cuenca. El lago y su entorno y otras mas...

A la fecha no se ha podido localizar esta sección, a partir de la página central (Home Page) de la Semarnap. Dirección: www.semarnap.gob.mx.htm

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA,
GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI).

Es la institución nacional más importante responsables de toda la información de carácter nacional, incluyendo estadísticas, estudios especiales, censos y cartografía. La información está disponible es muy variados medios, a través de servicios de su página web o mediante la compra directa de mapas, libros folletos o de información digitalizada en discos. Su sede se encuentra en la ciudad de Aguascalientes, Ags. (Ejemplo: INEGI, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994 y 1995)

Alguna información es disponible a través de Internet en forma gratuita, pero la mayor parte debe ser pagada. La información sobre el Lerma-Chapala es de tipo general y está dentro de la información correspondiente a los estados de la cuenca. Recientemente han incorporado información sobre inventarios de cuerpos de agua con información generada por la CNA. Dirección: <http://www.inegi.gob.mx>

SERVICIOS DE CONSULTA A BANCOS DE INFORMACIÓN (SECOBI)

Es un servicio que fue creado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a partir de 1976, con el propósito de apoyar a la investigación y al desarrollo del país, brindando un servicio de información mundial de cualquier área o tema de interés y al mismo tiempo rápido y eficaz. El sistema cuenta con más de 850 bases de datos multidisciplinarias, tanto nacionales como internacionales, que pueden ser consultadas en forma esporádica o permanente. La información del Lerma-Chapala generada por otras institucio-

nes incluyendo documentos (revistas, publicaciones, periódicos, tesis, etc.) pueden ser obtenidas a través de este sistema.

La información del INEGI, puede ser obtenida a través de este sistema. Los servicios del SECOBI se cobran, son por suscripción periódica o por servicio realizado. La mayor parte de las instituciones educativas tienen acceso a este sistema a través de convenios específicos. En Guadalajara, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) opera el sistema.

Dirección: <http://info.main.conacyt.mx/secobi>

GOBIERNOS DE LOS ESTADOS DE LA CUENCA DEL LERMA

Los gobiernos de los cinco estados de la cuenca del Lerma, en sus páginas web mencionan de alguna manera aspectos sobre la cuenca o el lago, o bien dentro de sus programas sectoriales referentes al agua, en particular abastecimiento urbano, agrícola e industrial, contaminación y actividades turísticas o pesqueras.

Gobierno del Estado de México:

<http://www.edomex.gob.mx>

Gobierno del Estado de Querétaro:

<http://www.queretaro.gob.mx>

Gobierno del Estado de Michoacán:

<http://www.michoacan.gob.mx>

Gobierno del Estado de Guanajuato:

<http://www.guanajuato.gob.mx>

Gobierno del Estado de Jalisco:

<http://www.jalisco.gob.mx>

De los cinco estados de la cuenca, Guanajuato es el que mayor y mejor información presenta sobre los recursos hidráulicos de la cuenca del Lerma en su territorio a través del Consejo Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Guanajuato (CEASG), la mayor parte de la información es proporcionada por la CNA.

Jalisco aborda al lago de Chapala desde un punto de vista turístico, aun cuando la Secretaría de Turismo del Gobierno Federal presenta una mayor información. En agosto de 1999, se presentó un «Plan de Desarrollo de la Región 04 Ciénega» que incluye

a los municipios de la ribera, con información poblacional y socio-económica basado en INEGI y de encuestas propias.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA (UDEG)

La Universidad a realizado diversos estudios que abordan aspectos hidrológicos, sociales, económicos, históricos o ecológicos sobre el sistema Lerma-Chapala, generado fuentes de información aun cuando no específicamente como bases de datos. En general la información no se encuentra disponible en Internet, ocasionalmente se presenta en CD y la mayor parte está en documentos escritos o publicados en revistas especializadas o memorias de congresos.

Jalisco a Tiempo (JAT)

De 1995 hasta 1997 se realizan una serie de trabajos de investigación coordinados por el Centro de Estudios Estratégicos de la Universidad de Guadalajara, los cuales cubren numerosos aspectos sobre Jalisco, incluyendo la región de la Ciénega de Chapala. El programa genero un CD con los trabajos, disponibles también en Internet. Aparentemente está fuera de servicio la página web de este programa. Dirección: <http://unicornio.cencar.udg.mx/jat/info/jat.html>

Ordenamiento Territorial

y Ecológico del Estado de Jalisco (POET)

Este programa se realizó de 1996 a 1998 con un enfoque multidisciplinario sobre ordenamiento ecológico. Tiene trabajos realizados en todo el estado, incluyendo la región Ciénega. En particular presenta dos trabajos que son de interés para nuestro tema: «Las Aguas Superficiales del Estado de Jalisco» (Guzmán, 1997) y las «Aguas Subterráneas del Estado de Jalisco» (Maciel, 1997).

Parte de la información se encuentra en un CD. Específicamente se editó otro CD sobre «Indicadores de Sustentabilidad para el Estado de Jalisco» incluyendo la región de la Ciénega de Chapala.

No tiene página web y la información aún no está disponible al público.

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIA
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL RURAL (CIIDIR-IPN)**

Este centro interdisciplinario tiene su sede en la ciudad de Jiquilpan, Michoacán, depende del Instituto Politécnico Nacional. Su página web tiene información general sobre el entorno geográfico de la región donde se encuentra el centro, también proporciona información sobre las actividades que desarrollan, en particular de sus proyectos de investigación.

Se incluye un interesante estudio completo sobre la distribución y abundancia de los pescados blancos y de los charales (Aterfínidos) del Lago de Chapala.

Dirección: <http://www.ciidirmich.ipn.mx>

CENTRO INTERNACIONAL DE RECURSOS DEL AGUA (CIRA)

El Centro Internacional de Recursos del Agua, de la Universidad Autónoma del Estado de México, es un centro joven, con personal altamente capacitado, creado con el apoyo de la Asociación Interamericana de Universidades con sede en Quebec; ha contado con el apoyo de diversas universidades de Canadá en particular la de Quebec en Montreal. Tiene su sede en la ciudad de Coatepec, Estado de México.

Su página web cuenta con información geográfica de la cuenca alta del Río Lerma, en particular del valle de Toluca, tiene una serie de mapas con información generada por Sistemas de Información Geográfica con imágenes de bits, los mapas no son interactivos y no dispone de bases de datos. Dirección: http://www.uaemex.mx/investiga/ceninvc_agro.htm

GLOBAL ENVIRONMENT MONITORING SYSTEM (GEMS)

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) a través del United Nations Environment Programme (UNEP), maneja el programa «Global Environment Monitoring System; Freshwater Quality Progra-

mme» (GEMS/Water). El programa involucra diversas agencias de las Naciones Unidas como: World Meteorological Organization (WMO); World Health Organization (WHO) y United Nations for the Education, Science and Culture Organization (UNESCO), que participan con actividades en el sector agua, desde muy diferentes puntos de vista, así como numerosas agencias gubernamentales y académicas alrededor del mundo.

UNO: <http://www.uno.org>

UNEP: <http://www.unep.org>

WMO: <http://www.wmo.org>

GEMS: <http://www.cciw.ca/gems>

WHO: <http://www.who.org>

UNESCO: <http://www.unesco.org>

El GEMS es un programa científico multifacético orientado a comprender la calidad del agua. Sus mayores actividades incluyen el monitoreo, la evaluación, la asistencia y la construcción de capacidades nacionales.

México participa con 16 estaciones de monitoreo, dos de ellas en la cuenca Lerma-Chapala, una en el centro del lago de Chapala (Estación N° 037009) y otra sobre el río Lerma (Estación N° 037014) en el puente El Molinito, en Salamanca, Guanajuato. Reportan 15 parámetros físico-químicos con 9 variables estadísticas para cada una de ellos, mas los datos generales como localización, profundidad media, área o volumen. Los periodos de registros van de enero de 1988 a noviembre de 1996. Particularmente para el río Lerma y el lago de Chapala los datos que presentan son de enero de 1994 a noviembre de 1996, con casi 3 años de retraso. Dirección: <http://www.cciw.ca/gems>

La página web es operada con la participación del Centre for Freshwater Quality Monitoring and Assessment y el National Water Research Institute de Environment Canada del gobierno canadiense. Dirección: <http://www.ec.gc.ca>

DOCTOR LUIS F. LEÓN VIZCAÍNO.

UNIVERSIDAD DE WATERLOO, CANADÁ

El Dr. León Vizcaíno investigador del IMTA es un alumno de doctorado de la Universidad de Waterloo en Canadá. Ha trabajado durante muchos años en la cuenca del Lerma y en el lago de Chapala. Su página web es personal y es una de las mejores páginas sobre la cuenca y el lago de Chapala. El servidor de su página es administrado por la Universidad de Waterloo, Canadá. Cuenta con mapas e imágenes de bits sobre el lago y la cuenca. Tiene en esta página la mayor parte de sus publicaciones sobre el área, las cuales son accesibles, incluyendo gráficos en mapas de bits.

1. Aspectos generales de la cuenca Lerma-Chapala
2. Diagnóstico de la situación actual en Chapala
3. Sistema de información del lago de Chapala
4. Índices de calidad del agua
5. Estudio de trazado en el río Lerma
6. Hidrodinámica en el lago de Chapala
7. Programa de cálculo de la hidrodinámica en Chapala
8. Análisis de viento en Chapala

Es posible que el Dr. León sea uno de los investigadores que más han empleado el Sistema RAISON. En su página web presenta información general sobre tres bases de datos. Estos documentos han servido de base para desarrollar diversos trabajos e informes hechos por investigadores del IMTA:

1. Calidad del agua en la cuenca Lerma-Chapala
2. Calidad del agua en el lago de Chapala
3. Industrias en la cuenca del río Lema

El SILCH desarrollado por el Dr. León, se contempla en el punto segundo. La última actualización de la información sobre la cuenca Lerma-Chapala fue en febrero de 1996. No cuenta con bases de datos. Estos se encuentran como tablas en los diversos trabajos. Dirección: http://sunburn.uwaterloo.ca/~lfleonvi/demos/zl_chap.html

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Existen diversos trabajos de tipo monográficos, que contienen información general de muy variados tópicos sobre la región de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

El lago de Chapala, como parte de las prioridades nacionales y estatales, ha sido materia de estudio de diferentes especialistas y disciplinas académicas. Al respecto, existen estudios que desde la perspectiva histórica dan cuenta de la evolución y situación actual (geográfica, limnológica, topográfica, de composición química, de la problemática y de los variantes niveles de captación de recursos hídricos) de este importante vaso lacustre. Por ejemplo, Francisco de Paula Sandoval en su libro *Pasado, presente y futuro del lago Chapala* (1994) hace una revisión de la situación de este vaso lacustre en la década de los ochenta y enumera una serie de recomendaciones tendientes a reducir o aminorar la problemática de este lago. En el mismo sentido, Jesús González Gortazar en su monografía *Chapala, el gran lago de México* realiza una reseña histórica de este importante ecosistema.

Otros trabajos relacionados con el origen y evolución histórica del lago son los escritos por Estrada, Flores y Michel (1983), y el de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, Delegación Jalisco (1989). Por su parte, Godínez (1961) hace una descripción sobre los aspectos geológicos de la cuenca Lerma-Chapala y Paré (1989) realiza una revisión sobre los aspectos sociales y económicos de la región.

Otros estudios sobre el lago de Chapala lo han hecho profesionistas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos enfatizando en los aspectos naturales y en el nivel de captación de líquido (SRH, 1973); el INEGI (1984) ha desarrollado la cartografía temática de la región y la Comisión Lerma-Chapala-Santiago (1956) a través de diferentes estudios ha aportado información y proyectos en torno al lago.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), la Comisión Nacional del Agua (CNA) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) han publicado también estudios sobre el nivel del

lago y sus fluctuaciones en los años 1981-1982. El Consejo Estatal de Seguimiento y Evaluación del Acuerdo de Chapala (CESEACH) ha publicado monografías sobre las plantas de tratamiento (1990), análisis de la problemática del lago y propuestas de solución a la grave problemática que enfrenta el vaso lacustre 1990 y el reordenamiento ecológico de Chapala y su cuenca inmediata, elaborado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE).

Sobre acuicultura y pesquerías sobresalen los trabajos de Medina, Vera y Sánchez (1976), Polanco (1987) y el de Guzmán, *et al* (1995). Sobre los problemas de lirio acuático y su repercusión en la actividad pesquera sobresale el trabajo de Chávez (1973) y sobre su origen y consecuencias al ecosistema el de Guzmán (1992) sobre los aspectos biológicos del lago se encuentran los de Jordán (1980) y Bean (1987) entre otros.

Por su parte Guzmán (1995), en el libro *La pesca en el lago de Chapala: hacia su ordenamiento y explotación racional* da cuenta de una serie de investigaciones sobre el aprovechamiento pesquero en el lago y los principales problemas que se presentan en esta actividad.

Otros trabajos relacionados con la problemática del agua y el suministro de este vital líquido a las grandes metrópolis son los de Brown, *et al* (1992) y el del National Research Council, la Academia de Investigación Científica y la Academia Colegio Nacional de Ingenierías Ingenieros (1995), entre otros.

Sobre aspectos de políticas públicas, sobresale el trabajo coordinado por Luis F. Aguilar Villanueva (*El estudio de las políticas públicas*, 1996) y el de Charles E. Lindblom (*El proceso de elaboración de políticas públicas*, 1991). Sobre aspectos que integran la cuestión ambiental y los estudios sociológicos se encuentran los libros de Enrique Leff, *et al.* (*Ciencias sociales y formación ambiental*, 1994), Alfonso López Ramírez, *et al.* (*Sociedad y medio ambiente*, 1996) y el trabajo de Gabriel Quadri de la Torre, *et al.* (*Partidos políticos y medio ambiente*, 1994).

Sobre la problemática del lago de Chapala, analizada desde la perspectiva de las políticas públicas, no se conoce publicación

alguna, con la excepción de la monografía de Jesús González Gortazar (*Aquellos tiempos en Chapala*, 1989) en el que brevemente se apunta que la problemática principal del lago no se ubica dentro de la esfera de lo técnico sino dentro de lo político. Debido a la carencia de análisis desde la perspectiva de las políticas públicas, se hace necesario la realización de este estudio sobre este importante lago, el cual genera beneficios tangibles e intangibles para millones de mexicanos.

El *Atlas del Agua de la República Mexicana* (SRII, 1974), presenta por primera vez mapas sobre la contaminación de cuencas y de acuíferos.

«Sobre la Fauna Acuática de la Nueva Galicia» (Guzmán, 1990), incluye información geográfica, hidrológica y biológica de los estados de Guanajuato, Michoacán y Jalisco.

El Catálogo Bibliográfico del Fondo Documental del Comité Asesor de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago (CESEACH, 1990) con unas 850 citas.

El Diagnóstico de la Contaminación del Agua en Jalisco (Guzmán y Merino, 1992) que presentan información de algunas estaciones del SINCA para los ríos Lerma y el Santiago.

Sobre la prevención y control de la contaminación del agua en el Plan Estatal de Protección al Ambiente del Gobierno de Jalisco.

El Atlas Ecológico de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma (Romero, 1993) en dos tomos, con abundante información geográfica, social, económica, ecológica e histórica de la Cuenca Alta del Río Lerma.

En el libro *Jalisco 2000* se presenta información general sobre el agua en Jalisco (Molina, coord. 1995).

La Pesca en el Lago de Chapala (Guzmán, comp., 1995) presenta información general geográfica, social, económica y biológica sobre la cuenca local y el lago de Chapala del sector pesca.

Sobre el deterioro del medio ambiente (Núñez, 1995c); Un detallado libro por demás interesante es *Tules y Sirenas, el impacto ecológico y cultural de la industrialización en el Alto Lerma* (Albore, 1995) con abundante información de muy diversos tópicos.

El «Estudio Integral de la Calidad del Agua en el Estado de Jalisco» (Montoya, Contreras y García, 1997) realizado por la Comisión Nacional del Agua, y un diagnóstico general de las Aguas Superficiales del Estado de Jalisco (Guzmán, 1997 y 1999) de la Universidad de Guadalajara.

CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se presentaron las principales fuentes de información sobre el sistema hidrológico de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, en particular páginas web en Internet, diversas publicaciones de tipo general o monográfico e información digitalizada en CDs tanto textos, tablas como mapas. En general la información a pesar de contar con los adelantos y la tecnología de Internet, aún continúan manejándose en hojas manuscritas, es dispersa y fragmentada, mucha de ella difícilmente es accesible, lo que impide una disponibilidad oportuna a los usuarios, limitando gravemente el desarrollo de los trabajos de información, administración, planeación, investigación o gestión.

Recomendaciones

Con el auxilio técnico de la Water World Web (www) se puede establecer una eficiente y efectiva red regional para la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, involucrando formalmente a los gobiernos estatales y a las instituciones de educación superior regionales.

El alga Anabaena en el lago de Chapala: un problema de calidad del agua

Manuel Guzmán Arroyo
Ma. del Refugio Mora Navarro
E. Guadalupe Robles Jarero
J. Guadalupe Michel Parra

INTRODUCCIÓN

Al igual que numerosos organismos que le son útiles al hombre, hay un gran número de algas útiles pero también las hay que le son perjudiciales, ocasionando una serie de trastornos que incluso le pueden provocar la muerte no sólo a él, sino también a los animales domésticos y a los silvestres.

El alga *Anabaena flos-aquae*, cuando está presente en altas concentraciones, causa desde irritaciones a erupciones en la piel y gastroenteritis si es consumida. Las toxinas que produce son designadas como anatoxinas, que es un alcaloide 2 acetyl-9-azabicyclo (4.2.1) non2-eno. Esta sustancia es un potente inhibidor del receptor nicotínico, lo que puede causar la muerte por paro respiratorio (Martínez y Verde, 1992a). El ganado vacuno y otros animales domésticos pueden morir horas después de haber ingerido agua con concentraciones altas de *Anabaena*. Produce la toxina saxitoxina, que es un neurotóxica y es la única exotoxina que ha sido identificada hasta ahora. Causa la muerte por paro respiratorio cuando es ingerida, principalmente por peces, pájaros, perros, cerdos, caballos y pequeños anfibios e invertebrados (Martínez y Verde, 1992b).

El tule *Typha latifolia* cf. produce sustancias que inhiben el crecimiento de algas, esta planta y sus similares producen 2,4 metileno-fenol y stígma-4ene-3,-diona, y 3 ácidos grasos entre ellos el linoléico, alfa-linoléico y otro de 18 aún carbonos no identifica-

do. Estas sustancias son selectivas para combatir a *Synechococcus leopolienses* y *Anabaena flos-aquae*.

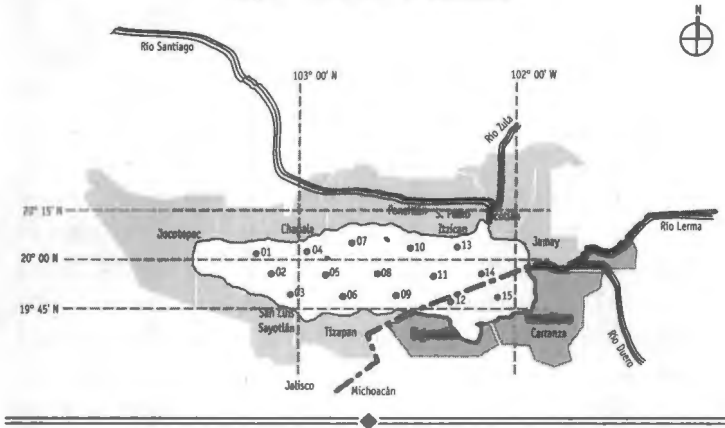
Durante los años de 1997 y 1998, se emprendió un programa de erradicación de malezas en la ribera noroccidental del lago de Chapala, abarcando la mayor parte de los municipios de Chapala, Jocotepec y parte de Tuxcueca. Esta campaña consistió prácticamente en erradicar el tule con maquinaria pesada y formar cordones de esta vegetación sobre la misma playa, parte de este material de utilizo como abono en campos de cultivo. La maquinaria pesada no sólo removió a la maleza, sino también una capa de hasta 50 cm de profundidad, poniendo de nuevo en circulación nutrientes y contaminantes atrapados en el sedimento. Aunado a la descomposición de la maleza, cuyos materiales en los periodos de lluvia se integraba al cuerpo del agua, incrementando grandemente la concentración de nutrientes en zonas específicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estableció una red de 15 estaciones equidistantes en el lago de Chapala (Fig. 8) Los muestreos se realizaron en septiembre, octubre y diciembre de 1996, febrero y junio de 1997 y marzo de 1998. Se determinaron *in situ* los siguientes parámetros FQ I: temperatura del aire y del agua, transparencia con disco de Sechii, oxígeno disuelto, potencial hidrogeno (pH) con un equipo Hidrolab (Khalsico) y se tomaron muestras de agua con una botella Van Dorn de 3 l, para su análisis en laboratorio determinando los parámetros FQ II: turbiedad, alcalinidad total, cloruros, dureza total, fósforo total, sólidos totales y sulfatos.

Para la colecta del fitoplanctón se utilizo una red de 45 cm de diámetro, 1 m de longitud y con una malla estándar, se realizaron arrastres circulares durante 3 minutos a una velocidad de 1 nudo (1 milla náutica por hora). Las muestras colectadas se colocan en frascos de 100 mililitros por duplicado para cada estación, una muestra se fijó con formol al 4 % y otra con formol al 4% y acetato de cobre. Las diversas especies fueron identificadas y cuantificadas por estación y fecha de colecta.

Figura 8
Red de estaciones de muestreo



Dadas las condiciones actuales que tiene el lago de Chapala, en especial las grandes zonas expuestas en la parte oriental, las estaciones 14 y 15 se desplazaron hacia el este 5 km.

Para el análisis de los datos se realizaron gráficas tanto para el alga *Anabaena* spp. como para los diversos parámetros físico Químicos I y II. Los datos originales se estandarizaron de acuerdo a $x = (x - m) / DE$ donde x es el dato normalizado, x el valor del dato original, m la media y DE La desviación estándar del colectivo de datos. Con los datos estandarizado se realizó un análisis de correlación lineal entre los 10 géneros más abundantes del fitoplancton; entre las variables físico químicas I y II y los datos de *Anabaena*, de acuerdo al método de coeficiente de correlación de Pearson, formando una matriz de correlaciones. Finalmente se desarrolló un análisis de cúmulos de asociación simple de acuerdo al método de Ward y se desarrollaron las gráficas correspondientes.

RESULTADOS

Para el caso particular del volumen de fitoplancton se integraron los muestreos en un año, interpolando los meses que no fueron muestrados, la figura 2 es una representación integrada de la va-

riación del volumen fitoplanctónico (ml/100ml) a los largo de un ciclo anual y de las estaciones de muestreo.

En los muestreos de fitoplancton realizados en el lago de Chapala en 1989 se presentó *Anabaena* spp en algunas estaciones de muestreo y para algunas fechas, siendo más abundante en los meses de octubre a diciembre; en 1990 y 1991 su comportamiento fue similar; para 1995 y 1996 se observó un considerable aumento. Pero en el periodo de septiembre a diciembre de 1997 se observó un aumento y dominancia de *Anabaena* de gran consideración (Reyes y Nuñez, 1994; Mora, et al, 1998). Al igual que en 1996 y 1997 en 1998 las algas *Anabaena*, *Aphanizomenon* y *Mycrocystis* fueron las más abundantes durante el otoño y el invierno, siendo las dos primeras las especies más frecuentes en este periodo (Mora et al, 1999b). Los géneros más abundantes de los muestreos de 1996 a 1998 fueron en orden de importancia: *Planctonema*, *Clostridium*, *Anabaena*, *Aulacoseria*, *Mycrocystis*, *Aphanizomenon*, *Ceratium*, *Staurastrum*, *Pediastrum* y *Euglena*.

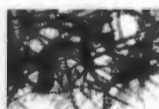
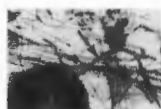
El coeficiente de correlación (r) entre los géneros más abundantes con respecto a *Anabaena*, se obtuvo una correlación positiva y media con *Planctonema* (0.419), positiva y baja con *Ceratium* (0.296) y *Clostridium* (0.147) y una correlación negativa y baja con *Euglena* (-0.138) y *Aulacoseria* (-0.119). Con el resto de los géneros la correlación es muy baja.

LAS ESPECIES DE ANABAENA

El alga *Anabaena* pertenece a la división *Cyanophyta*, Orden *Nostocales* y familia *Nostocaceae*. Pertenece al grupo conocido como algas verdi-azules o cianofitas. Se da la descripción de las especies más parecidas a las encontradas en los muestreos, en orden de importancia, dado que no se tiene la certeza de su identidad.

Anabaena flos-aquae. Brébisson & Godey, 1836. Presenta tricomas plantónicos en forma de rosario, flexibles y contorneados, en ocasiones enrollados de manera irregular en forma de espiral, pueden ser solitarios o agregados en masas. Células esféricas o

Figura 9

*Anabaena cf. flos-acquae**A. cf. spiroides**A. cf. planctónica*

subcilíndricas de 4 a 8 micras de diámetro, 6 a 12 de largo, las células contienen gránulos estructurados y conspicuos, pseudovacúolas, heterocistos globosos, tricomas de 20 a 50 micras de longitud.

Anabaena limnetica. Smith, 1916. Tricomas planctónicos, solitarios, incluidos en una membrana mucilaginosa casi imperceptible, células vegetativas esféricas o comprimidas en los polos, 12-14 micras de diámetro, heterociste globular de 17 a 20 micras de diámetro.

Anabaena planctonica. Brunthalaer, 1903. Tricomas solitarios libres flotantes, encerrados en una vaina gelatinosa, células en forma de barril o esféricas de 9 a 15 micras de diámetro y de 6.5 a 10 micras de longitud, heterocistos esféricos de 15 a 30 micras de diámetro. Esta especie presenta polimorfismo estacional.

Anabaena spiroides. Klebahn, 1895. Tricoma plantónico, flexuoso, contorneado, solitario o enmarañado o en grupos flotantes, los cuales son fácilmente visibles, células esféricas o globosas deprimidas, de 8 a 14 micras de diámetro, heterocistos de 20 a 30 micras de longitud.

Aphanexomenon flos-aquae. Tricomas paralelos, acintados, pueden estar agregados o aislados, células de 5-6 micras de diámetro por 8-12 de longitud, heterocisto oblongo o cilíndrico esparcido en la región media del tricoma, en algunos muestreos los tricomas observados solo presentaban heterocisto.

Ante la incertidumbre de la identidad de las especies de *Anabaena* se han considerado todas ellas bajo la denominación genérica de *Anabaena*. Se presentan fotografías de las especies



colectadas en Chapala y el nombre de las especies que tienen mayor semejanza con ellas, anotándose la abreviación *cf.* (confer: parecido a).

En el mapa de la figura 10 se representa la abundancia media de *Anabaena* spp. a lo largo de los 6 muestreos. Las mayores concentraciones del alga se manifiestan en la parte centro-norte del lago y centro-oriente, con dos zonas de mayor concentración en la desembocadura del río Lerma y en la zona cercana a la isla de Mezcala.

Las concentraciones no necesariamente corresponden a los afloramientos masivos de *Anabaena*, que se reportan muy cercanos a la línea de costa y a las poblaciones, en virtud de que el muestreo se realizó en aguas con la profundidad necesaria (1.5 m) para la operación de la embarcación y los equipos de colecta.

Se realizaron regresiones lineales entre las variables *Anabaena* y los diversos parámetros FQ I y II, determinándose los límites de confianza (95%) de las rectas de regresión.

No todos los histogramas presentan una tendencia hacia la distribución normal, presentándose en algunos de ellos asimetría

(Skewness) o bien aplanado (Curtosis) de la curva (cuadro 1). Los casos mas notables de asimetría la presentan pH, turbiedad, alcalinidad total y sólidos totales, y de curtosis: pH, turbiedad, alcalinidad total, cloruros, dureza total, fósforo total y sólidos totales. *Anabaena* presentó una asimetría y curtosis de media a baja con relación a la mayoría de los parámetros FQ.

Partiendo de la matriz de correlaciones se desarrolló un análisis de cúmulos de asociación simple, de acuerdo al método de Ward a través de un coeficiente de disimilaridad entre *Anabaena* y los diferentes parámetros FQ.

De acuerdo al análisis de cúmulos, la relación mas estrecha de *Anabaena* es con la temperatura y el oxígeno disuelto en un primer grupo (ID = 12), el que se asocia a un segundo grupo (ID = 40) compuesto por el pH, alcalinidad total, cloruros y dureza

Tabla 4
Rangos y estadísticos básicos para *Anabaena*
y parámetros FQ I y II

VARIABLE	MÍNIMO	MEDIA	MÁXIMO	DE	CV	SKEWNESS	CURTOSIS
Anabaena	1,000	1,857	2,500	353	19.0%	1.570	-0.830
Temperatura	17.2	21.7	28.8	2.46	11.3%	0.382	-0.155
Oxígeno disuelto	2.0	6.4	11.4	1.81	28.3%	-0.434	0.380
Ph	7.1	8.7	9.3	0.36	4.2%	-2.395	7.043
Turbiedad	18.0	32.3	120.0	18.66	57.8%	2.806	9.132
Transparencia	5.0	31.3	55.0	12.42	39.6%	-0.049	-0.701
Alcalinidad total	77	340	426	57.52	16.9%	-2.646	10.02
Cloruros	23.0	53.6	64.0	6.86	12.8%	-1.980	7.743
Dureza total	92	228	306	31.98	14.1%	-1.722	7.187
Fósforo total	0.28	0.47	0.81	0.08	17.6%	1.594	4.893
Sólidos totales	570	667	990	65.56	9.8%	2.682	10.51
Sulfatos	19.4	78.6	117.8	27.46	34.9%	-1.134	0.400

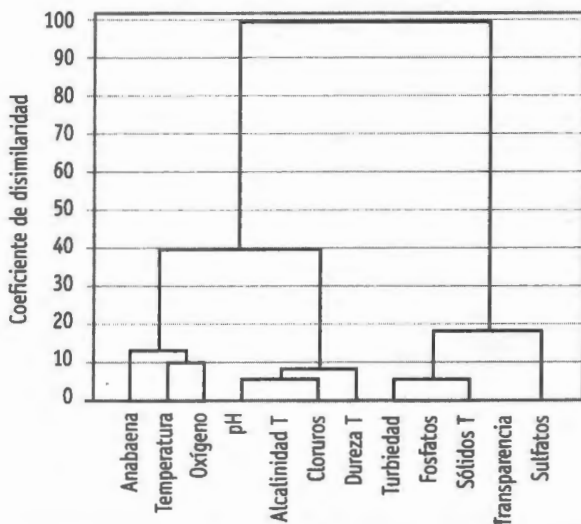
Claves: DE: Desviación Estándar. CV: Coeficiente de Variación.

Tabla 5

Semimatriz de correlación de *Anabaena* y los Parámetros FQ

VARIABLE	TEMP	OXID	PH	TURB	TRANSP	ALCT	CLOR	DUR	FOST	SOLT	SULF
ANAB	0.376	0.201	0.088	-0.086	-0.027	0.092	0.131	-0.168	-0.017	0.038	0.120
TEMP		0.436	-0.108	0.081	0.198	-0.236	-0.100	-0.490	0.291	0.262	0.238
OXID			0.551	-0.521	-0.365	0.415	0.554	0.171	-0.462	-0.484	-0.270
PH				-0.785	-0.517	0.868	0.822	0.763	-0.785	-0.779	-0.131
TURB					0.845	-0.861	-0.800	-0.811	0.898	0.919	0.283
TRANSP						-0.777	-0.772	-0.695	0.819	0.823	0.442
ALCT							0.950	0.878	-0.838	-0.856	-0.284
CLOR								0.771	-0.760	-0.800	-0.443
DUR									-0.843	-0.836	-0.299
FOST										0.949	0.237
SOLT											0.287

Figura 11
Relación del alga *Anabaena* con los parámetros FQ



total (ID = 8), el tercer grupo los forman los parámetros FQ restantes: turbiedad, fosfatos, sólidos totales, transparencia y sulfatos (ID = 18).

MÉTODOS DE CONTROL

Se han empleado diversos métodos de control para eliminar los afloramientos masivos de algas (micro y microscópicas) así como de plantas acuáticas como el lirio acuático (*Eichhornia crasippes*) o el tule (*Typha* sp.), a continuación se da una breve lista de los principales métodos.

Control biológico

Mediante el empleo de aves acuáticas como los gansos y patos (*Anas* spp) en especial para control de macrofitas; invertebrados como los caracoles de los géneros *Marisa* y *Pomacea* (Martínez et al, 1996); peces como la carpa herbívora (triploide) *Ctenopharin-*

Control mecánico

Como la extracción de las plantas en particular de las macrofitas, mediante el corte por podado de las mismas. El control mecánico para algas es complicado en cuerpos de agua de tamaño mediano o grande.

Control químico

Una gama muy diversa de sustancias y compuestos son empleados para el control de las algas (micro y macrofitas) entre otros se encuentran compuestos a base de: cloro, sulfato de cobre, de amonio, quinonas, compuestos de zinc, permanganato de potasio, sales de bupiridilo y antibióticos. Martínez y colaboradores (1992) recomiendan que el uso de controles químicos es muy delicado, ya que puede tener consecuencias con la población o el ganado que usa el agua tratada, Las principales implicaciones de los métodos de tratamiento son de carácter sanitario y económico.

Bibliografía

- Aguilar V.L.F. (1992) *El estudio de las políticas públicas*. Miguel Ángel Porrúa. México. 282 pp.
- Aguilar, H.M.G. (1985) *Algunas especies parásitas del pescado blanco (Chirostoma ocotlanae) del lago de Chapala* (tesis), Facultad de Ciencias-UNAM. México. 70 pp.
- Alba, A. (1954) Chapala. CANCO Industrial. Jal. Guadalajara.
- Albores, Z.B.A. (1995) Tules y Sirenas. *El impacto ecológico y cultural de la industrialización en el Alto Lerma*. El Colegio Mexiquense A.C. Secretaría de Ecología. Gobierno del Estado de México. México. 478 pp.
- Aldama, R.A. (1994) «Panorama del agua en México». Reunión franco-mexicana de gestión del agua. CNA. Guadalajara, México. 6 pp.
- Alemán, J. (1891) «Un punto de duda respecto al aparato venenoso de *Ictalurus dugesi*», *La Naturaleza*. México. II (1): 498-500 pp.
- Álvarez, J. (1948) *Catálogo de los peces de aguas continentales mexicanas* (tesis), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. México. 618 pp.
- (1949) «Ictiología dulceacuícola mexicana» I. Resumen histórico de los estudios ictiológicos, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 10:309-327 pp.
- (1950) «Ictiología dulceacuícola mexicana» II. Bibliografía taxonómica. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 11: 201-216 pp.

- (1960) «Cincuenta años de ictiología en México». *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 20 (1-4): 85-98 pp.
- (1961) «Peces», en: Beltrán, E. (ed.) *Vida silvestre y recursos naturales a lo largo de la carretera Panamericana*. Instituto Mexicano de Recursos Renovables. México. 87-106 pp.
- , P. Avila, G. Calderón y H. Chapa (1961) «Los recursos naturales de México». III. *Estado actual de las investigaciones de hidrobiología y pesca*. Instituto Mexicano de Recursos Renovables. México. 421 pp.
- Amezcuca, C.J.J. (1985) «Calidad del agua en el lago de Chapala», en: *El lago de Chapala 10 años después. Memoria del seminario*. Colegio de Ingenieros Cíviles del estado de Jalisco. Guadalajara, México. 24 pp
- Antakly, Tony. «Evaluation de la situation du sous basin versant Lerma- Chapala-Santiago dans létat de Jalisco», Chaire Industrielle Internationale en Gestion Intégrée des ressources hidriques, Montreal, octubre 1999.
- Arredondo, F.J.L. y C.A. Díaz (1987) «Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas en los lagos mexicanos con especial énfasis en su ictiofauna». Reunión «A. Villalobos». UNAM. México. pp. 92-133.
- Arreguí, M.F. (1979) *Plan piscícola Chapala* (tesis), Escuela de Biología-UAG. Guadalajara, México. 102 pp.
- Barbour, C.D. y B. Chernoff (1984) «Comparative morphology and morphometrics of the Pescados blancos (Genus *Chirostoma*) from Lake Chapala, México», An. Meet. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol., Tallahassee, FL., USA.
- Behh, G. (19**) «El lago de Chapala y su cuenca». Boletín de la Junta Auxiliar-Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Guadalajara, México. 10 (1-2):
- Behm, B. (1985) «La información sobre Chapala», en: *El Lago de Chapala 10 años después. Memoria del seminario*. Colegio de Ingenieros Cíviles del estado de Jalisco. Guadalajara. 13 pp.

- Beltrán. E. (ed.) (1953) *Vida silvestre y recursos naturales a lo largo de la carretera Panamericana*. Instituto Mexicano de Recursos Renovables. México. 228 pp.
- Bond., M.N. (1979) *The archeology of Lake Chapala, Jalisco, México* (tesis), Tulane University, Ann Arbor. 290 pp. Borges, S.A.M., S.H. Gómez, C. Gutiérrez y A.O. Villareal (1984). *Macrófitas acuáticas en el lago de Chapala, Jal.*, UAM-Iztapalapa, México.
- Bosche Barbara and William Sharp. «Sustainable Development: A case for Humankind», *Quarterly Review of Engineering, Science, Education and Research*, The Colorado School of Mines., vol. 93, núm. 4.
- Brañes, R., et al. (1994) *Ciencias sociales y formación ambiental*. Gedisa. México.
- Brown, R.L., et al. (1996) *Informe del Worldwatch Institute. La situación del mundo*. WWI. EUA.
- Brundtland, H.G., et al. 1987. *Our Common Future*. Oxford. 400 pp.
- Buen F. de (1940) «Lista de peces de agua dulce de México. En preparación de su catálogo». *Trab. Est. Limnol. Pátzcuaro*. México. 2: 1-66 pp.
- (1942) *Notas sobre la ictiología de aguas dulces de México. IV*. «Los peces del Lago de Chapala», en una nota del Prof. Carlos Cuesta Terrón, 1925. *Invest. Est. Limn. Pátzcuaro*. II, 2: 18-23 pp.
- (1943) «La muerte de los lagos mexicanos». *Rev. Gral. Marina*. Ep. III (1): 30-33 pp.
- (1945) «Resultados de una campaña limnológica en Chapala y observaciones sobre otras aguas continentales», *Revista de la Sociedad de Historia Natural*. VI (3-4): 129-144 pp.
- (1946a) *Investigaciones sobre Ictiología mexicana III*, «La ictiofauna del Lago de Chapala, con descripción de una nueva especie» (Haustor ochoterenai De Buen). *Anuario del Instituto de Biología*. México. 17 (1): 262-261 pp.
- (1946b) «Peces del lago de Chapala». *Rev. Gral. Marina*. México. Ep. III (10): 6-7.

- Bustamante, R.R. y A.Ch. Sánchez (1971) *Levantamiento fotogramétrico y batimétrico del Lago de Chapala*. Amer. Soc. Photogram. An. Cong. Surv. Mapp. Washington. 25 pp.
- Cámara Nacional de la Industria de la Construcción-Jalisco (1989) *Chapala. Acercamiento a su problemática.*, Guadalajara. 110 pp.
- Castallanos, L.O. y V.H. Sánchez (1974) «El lago de Chapala como receptor de aguas fluviales contaminadas», XIV Congreso Internacional de Ingeniería Sanitaria. México, D.F. 14 pp.
- Castillo Juarez, L.I. (1994) *Desarrollo sustentable, ¿Una Solucion?, ¿Una Utopia?*. Diana, México.
- Cerda, G.C. (1988) «Aspectos de salud pública concernientes a la contaminación del lago de Chapala». Congreso de Geografía «V. Gómez Farias». Sociedad de Geografía y Estadística / IAM-UDEG. Guadalajara, México, pp. 9-14.
- CFPR (1952a) «Los peces más comunes de nuestras aguas interiores, vol. I». Bol. Pisc. Rur., México. 2 (1): 5-6.
- (1952b) «Los peces más comunes de nuestras aguas interiores, vol. II». Bol. Pisc. Rur., México. 2 (2): 3-4.
- Chávez, E.A. (1973) «Datos hidrobiológicos del lago de Chapala, Jalisco», *Revista de la Sociedad de Historia Natural*. (34): 125-146 pp.
- Clements, T. (1963) «Pleistocene History of lake Chapala, Jalisco», en: Clemens, T. (ed.). *Essays in Marine Geology in Honor of K.O. Emery*. Univ. South Calif., Press. Los Angeles.
- CNIC-DJ (1989) *Chapala. Acercamiento a su problemática*. Guadalajara, 110 pp.
- Comisión de Estudio y Seguimiento del Acuerdo Chapala (1990) *Catálogo bibliográfico parcial del fondo documental del extinto Comité Asesor de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago*. Gobierno de Jalisco. México. 114 pp.
- Comisión de Estudio y Seguimiento del Lago de Chapala (1990a) *Chapala. Un lago para México. Jalisco 16 plantas de tratamiento*. Guadalajara, México. 111 pp.
- , (1990b) *Informe de actividades ejecutadas por el gobierno del*

- estado de Jalisco en la primera etapa del Acuerdo de Coordinación de la Cuenca Lerma-Chapala*. Toluca, México. 26 pp.
- , (1990c) *Análisis de la situación actual del lago de Chapala*. Toluca, México. 25 pp.
- , (1990d) *Propuesta para el rescate del lago de Chapala*. Toluca, México. 17 pp.
- Comisión Estatal de Ecología Jalisco (1993) «Prevención y control de la contaminación del agua», *Plan estatal de protección al ambiente*. Jalisco, México. pp. 175-206 pp.
- Comisión Federal de Electricidad (1982a) «Gráfica que muestra las alturas y mínimas anuales del lago de Chapala desde el año 1900». CFE-JAL. México.
- (1982b) «Lago de Chapala, fluctuación de los niveles». CFE-JAL. México.
- Comisión Lerma-Santiago-Chapala (1956) *Boletín hidrobiológico*, núm. 1. México.
- (1962) *El lirio en el lago de Chapala*. SRII. México. 16 pp.
- Comisión Nacional del Agua (1990). *Cuenca Lerma-Chapala*. SARH-CNA. México. 36 pp.
- (1993) *Plan maestro de la cuenca Lerma-Chapala*. México. 82 pp.
- (1994) *Conclusiones generales. Gestión Regional del Agua en México*. Reunión franco-mexicana de gestión del agua. Guadalajara, México. 2 pp.
- (1998) «Foro interno de análisis y reflexión sobre el problema de suministro de agua potable y saneamiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara». Congreso del Estado de Jalisco. Guadalajara. Marzo de 1998.
- Coutiño, M.R.H. (1984) *Determinación de la edad y crecimiento del bagre *Ictalurus dugesi* (Bean, 1879) en el Lago de Chapala, Jalisco* (tesis), Facultad de Ciencias-UNAM. México. 39 pp.
- Cravioto, G.E. (1970) «Funcionamiento hidrológico del lago de Chapala de acuerdo con el nuevo levantamiento topohidrográfico» SRII. México. 13 pp.

- Cuenta-Terrón, C. (1926) «Peces mexicanos de agua dulce. Los bagres». Boletín de la Secretaría de Agricultura y Fomento. México. 8: 997-890 pp.
- Daly Hermab and John Cobb (1989) *For the Common Good. Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Beacon Press. Boston, Mass.
- Downs, T. (1958) «Fossil vertebrates from Lago de Chapala, Jalisco, México». XX Internal., Geol. cong., México. Sec. 7: 75-77.
- Duges, A. (1890) «Aparato venenoso del bagre (Ictalurua dugesi, Bean)», *La Naturaleza* Ep. II. 1: 405-408.
- Eigenmann, Ch. (1893) «Catalogue of the Fresh Water Fishes of Central America and Southern Mexico». U.S. Nat. Mus., Wash., pp. 53-60.
- EL TIEMPO (1988) «Ecología. Suplemento: Política Economía», núm. 113. Año XLVI (42): 2387. 15 pp. México.
- Escoto, J.J. (1986) *Lago de Chapala*. Serie Estudio e Inversión, núm. 19. Gobierno de Jalisco. 72 pp.
- Espinosa, C.P.I. (1982) *Contribución al conocimiento del planctón del lago de Chapala*. (tesis) Escuela de Biología-UAG. Guadalajara, México. 67 pp.
- Espinosa, M. (1941) «Estudio bromatológico del pescado blanco (Chirostoma estor Jordan)», *Inv. Est. Limnol. Pátzcuaro*. VIII: 8 pp.
- Estrada, F.E. (1983) «Geología de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago», *Chapala ayer y hoy*. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Guadalajara, México. pp. 36-39.
- , E.T. Flores y J.E. Mitchel (1983b) *Lago de Chapala. Investigación actualizada*. Instituto de Astronomía y Meteorología, Universidad de Guadalajara. México. 67 pp.
- (1985a) «Las comunidades biológicas en el lago de Chapala y su importancia ecológica», en: *El lago de Chapala 10 años después. Memoria del seminario*. Colegio de Ingenieros Cíviles del estado de Jalisco. Guadalajara., 8 pp.
- (1985b) «Las comunidades biológicas del lago de Chapala y su importancia ecológica», *Revista del Instituto de Geografía*

- y *Estadística*, Universidad de Guadalajara. México. 1 (3-4): 183-186.
- Evermann, B.W. (1905) «Review of the Fresh-Water Fishes of Mexico North of The Isthmus of Tehuantepec», by S.E. Meek. *Shield Mag.*, 1: 352 pp.
- Flores, T.E. (1983) «Observaciones sobre la contaminación del lago de Chapala», *Chapala ayer y hoy*. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Guadalajara, México. pp. 52-61.
- Fruh, E.G. (1973) «Asesoría técnica del estudio del lago de Chapala» (comunicación interna). Instituto de Ingeniería-UNAM. México.
- Fuentes, L. de (1978) *Introducción al estudio de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago*, (tesis) Facultad de Filosofía e Historia-UNAM. México.
- G25 (2000) «Hacia una política ambiental eficaz para el desarrollo sustentable». México.
- Galindo, D.S. (1946) *Geografía general y física del estado de Jalisco*. Universidad de Guadalajara. México.
- Gallardo, C.M. (1976) «Prospección pesquera del lago de Chapala, Jal.», en: *Simposio sobre pesquerías en aguas continentales. Memoria*. Instituto Nacional de la Pesca. México. 40 pp.
- (1977) *Contribución al estudio del charal de Chapala*, *Chirostoma chapalae*, *Atherinidae* *Mugiliformes* (tesis), Facultad de Ciencias-UNAM. México. 89 pp.
- García, C.R. (1988) *La agonía de un gran lago*. IAM-UDEG, Guadalajara, México. 11 pp.
- García, E. (1975) *Modificación a la clasificación climática de Köppen*. IG-UNAM. México. 75 pp.
- García, J.R. (1999) Taller sobre identificación de prioridades para el lago de Chapala. Semarnap. Environment Canada. Ajijic, Jal., México. 10 al 12 de marzo de 1999.
- Garduño, V.H. (1985) «El balance de agua en el lago de Chapala», en: *El lago de Chapala 10 años después. Memoria del seminario*. Colegio de Ingenieros Cíviles del estado de Jalisco. Guadalajara., 32 pp.

- Gobierno del Estado de Jalisco (1986) *La agricultura de riego en las riberas del lago de Chapala*. Depto. Agricultura, Ganadería e Irrigación. Guadalajara, México. 21 pp.
- , (1999) *Plan de Desarrollo. Región 04 Ciénega* (disco compacto). México.
- Gódinez, R.A. (1961) *Lago de Chapala* (tesis) Facultad de Filosofía y Letras-UNAM. México. 84 pp.
- Gómez, A.S. y V.F. Arenas (de.) (1987) «Contribuciones en hidrobiología», en: *Memoria. Reunión «A. Villalobos»*. Instituto de Biología-UNAM. México. 278 pp.
- Gómez, G.M. (1985) «Tratamiento de las aguas residuales en las poblaciones ribereñas jaliscienses del lago de Chapala», en: *El lago de Chapala 10 años después. Memoria del seminario*. Colegio de Ingenieros Cíviles del estado de Jalisco. Guadalajara, México. 19 pp.
- González, G.J. (1992) «Flora ficológica de México», *Ciencias*, núm. especial. UNAM. México.
- Guzmán, A.M. (1989a) *La fauna acuática de la Nueva Galicia*. IL-UDEG. Chapala, México. 72 pp.
- , (1989b) *Los pescados blancos, charales, volcanes y lagos*. IL-UDEG. Chapala, México. 72 pp.
- , (1990a) «Los górgoros de Chapala», *Diez. Seminario de política y cultura*, núm. 67. Guadalajara. pp. 10-11.
- , (1990b) «La fauna acuática de la Nueva Galicia. Una aproximación a la problemática de su estudio y conservación», *Tiempos de Ciencia*. Universidad de Guadalajara. México. 20: 1-46
- , (1990c) «Comportamiento histórico del nivel del lago de Chapala». 1er. Seminario Internacional «La Tierra». Universidad de Guadalajara. México. 15 pp.
- , (1990d) *Los manantiales profundos del lago de Chapala*, Universidad de Guadalajara. México. 8 pp.
- y E.N. Merino (1990) *Diagnóstico de la problemática de la contaminación del agua en el estado de Jalisco*. Sedeur-Jal / IL-UDEG. Guadalajara, México. 62 pp.

- , y E.N. Merino (1992) «Diagnóstico de la contaminación acuática en el estado de Jalisco». Cuadernos de difusión científica, núm. 26. Universidad de Guadalajara. México. 67 pp.
- , (1992) «El lirio acuático en el lago de Chapala», *Tiempos de Ciencia*, núm. 27. Universidad de Guadalajara. México. pp. 39-46.
- , y L.M.G. Morelos (1992) «La bibliografía del lago de Chapala. Análisis hasta 1987». *Tiempos de Ciencia*, núm. 28. Universidad de Guadalajara. pp. 9-22.
- (comp.) (1995) *La pesca en el lago de Chapala: hacia su ordenamiento y explotación racional*. UDEG-CNA. México. 302 pp.
- (comp.) (1995) *Pesquerías del lago de Chapala, hacia su reglamentación y explotación racional*. II-UDEG. Guadalajara, México. 172 pp.
- , (1996) *El lago de Chapala. Información básica*. Universidad de Guadalajara. 25 pp
- , (1997) «Las aguas superficiales del estado de Jalisco. Diagnóstico», *Programa de ordenamiento ecológico y territorial del estado de Jalisco*. Universidad de Guadalajara. México. 250 pp.
- , (1999) «El agua superficial en Jalisco», *Revista de VinCi*. Año 1, núm. 1. pp. 10-32.
- Guzmán, M., Peniche, S. y Valdez, A. (2000) «La situación de la información hidrológica en la cuenca de Chapala», FID Review. Netherlands: Federation for Information and Documentation.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1988) *Jalisco en síntesis*. México. 57 pp.
- , (1989) *Carta hidrológica de aguas superficiales 1: 250,000*. México.
- , (1991) *Carta topográfica 1: 250,000*. México.
- , (1992) *Perfil sociodemográfico. XI Censo General de Población y Vivienda 1990*. México. 92 pp.
- , (1994) *Anuario estadístico del estado de Jalisco*. México. 418 pp.

- , (1995) *Estadísticas del medio ambiente*. México 1994. México. 447 pp.
- , (1997a) *Carta topográfica*. Serie I. Cobertura Nacional. Escala 1: 1'000,000. (disco compacto). México.
- , (1997b) *Carta de uso del suelo y vegetación*. Serie I. Cobertura Nacional. Escala 1: 1'000,000. (disco compacto). México.
- Instituto Nacional de la Pesca (1994) *Atlas pesquero de México. Pesquerías relevantes*. Semarnap. (disco compacto). México.
- IPESA Consultores (1976) *Análisis de los regímenes de los caudales del lago de Chapala, Jal.* SRH. México. 77 pp.
- Jacobs Michaels (1994) *The Green Economy. Environment, Sustainable Development and the Politics of the Future*. Bolder, Colorado, Pluto Press,
- Jordán, D.S. (1880) «Notes on a collection of fishes obtained in the streams of Guanajuato and in Chapala lake by Prof. A. Dugés». Proc. U.S. Nat. Mus., 2: 298-301 pp.
- (1900) «The whitefish of Lake Chapala». Amer. Nat., 34:523 pp.
- (1919) On certain genera of atherinidae fishes. Proc. U.S. Nat. Mus., 55: 309-311 pp.
- y C.L. Hubbs (1919) *Studies in Ichthyology. A Monographic review of the family of Atherinidae or silversides*. Stanford Univ. Press. 87 pp.
- Júarez, P.J.R. y G.G.M. Palomo (1987) «La acuicultura en México. Antecedentes y desarrollo alcanzado hasta 1982», *Memoria Reunión «A. Villalobos»*. UNAM. México. pp. 37-89.
- Lake Champlain Management Conference (1996) *Opportunities for Action*. Vermont: Lake Champlain Basin Program.
- Lares, R.J.L. y J.N.R. Jaramillo (1983) «El recurso agua: planeación, aprovechamiento y contaminación», *Chapala ayer y hoy*. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. México. pp. 47-51.
- Ledesma, G.R. (1985) *El nanoplanctón del lago de Chapala* (tesis) UAG. Guadalajara, México.
- Limón, M.G. (1985) «Avances y perspectivas de la investigación

- en el lago de Chapala», *El lago de Chapala 10 años después*. Colegio de Ingenieros Cíviles del estado de Jalisco. Guadalajara. 7 pp.
- , (1985) «Diez años de estudio de calidad de agua en el lago de Chapala», *Teorema. Revista de Colegio de Ingenieros Cíviles del Estado de Jalisco*. Guadalajara. pp. 28-40.
- , J.R. Jaramillo, J.R. Soto, L.L. Basich, R.G. Ledesma y S.V. Álvarez (1985a) *Evaluación de la información de la calidad de agua del lago de Chapala* (I Etapa). Sedeur. México. 207 pp.
- , J.R. Jaramillo, L.L. Basich, R.G. Ledesma y S.V. Álvarez (1985) *Evaluación de la información de la calidad de agua del lago de Chapala en el estado de Jalisco*. (III etapa). Sedeur. México.
- , J.R. Jaramillo, J.R. Soto y R.G. Ledesma (1985) *Resumen de la recopilación de información sobre la calidad de agua en el lago de Chapala, Jalisco* (I y II Etapa). Sedeur. México. 207 pp.
- Lindblom, E.Ch. (1991) *El proceso de elaboración de políticas públicas*. Miguel Ángel Porrúa. México. 160 pp.
- López R.A. y F.P. Hernández (1996) *Sociedad y medio ambiente. Contribuciones a la sociología ambiental en América Latina*. Asociación Latinoamericana de Sociología.
- Martínez, L.S., S.J. Verde (1992) «Algas tóxicas de importancia en salud pública». *Pub. Biol.*, vol. 6, núm. 1: 96-104. Facultad de Ciencias Biológicas-UANL.
- , S.J. Verde, R.L. Villareal, A.M. González y L.T. Castro (1992) «Métodos para el control de algas en abastecimientos de agua». *Pub. Biol.*, vol. 6, núm. 1: 87-95. Facultad de Ciencias Biológicas-UANL. México.
- Matsui, Y. (1937) «Las condiciones piscícolas del lago de Chapala», *Boletín del Departamento Forestal, de Caza y Pesca*. 7: 152-164 pp.
- Matute, R.J. (1985) «Conservación del lago de Chapala», en: *El Lago de Chapala 10 años después*. Colegio de Ingenieros Cíviles del Estado de Jalisco. México.

- Meek, S.E. (1904) «The Fresh-water Fishes of México». *Amer. Nat.*, 34: 771-784 pp.
- Mejía, D.A. (1985) «Los sistemas de conducción de agua de Chapala a Guadalajara en el pasado, presente y futuro», *El Lago de Chapala 10 años después*. Colegio de Ingenieros Cíviles del Estado de Jalisco. México. 17 pp.
- Mestre, R.J.E. (1994) «Gestión regional del agua en México. El caso de la Cuenca Lerma-Chapala». Reunión franco-mexicana de gestión del agua. CNA. Guadalajara, México. 9 pp.
- Mitchell, W.G. (1964) *Una investigación del lago de Chapala*. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Guadalajara, México.
- y J.J. Toscano (1965) «Investigation of Lake Jalisco», *Mines Mag.*, 55 (2): 13-20 pp.
- Molina, O.A., coord. (1995) *Jalisco 2000. De frente a las nuevas realidades*. ITESO-UDEG. México. 465 pp.
- Montoya, H.A., C.S Contreras y V.M.R. García (1997) *Estudio integral de la calidad del agua en el estado de Jalisco*. CNA-Gerencia regional Lerma-Santiago. Guadalajara. 106 pp.
- Mora, N.M.R., M. Madrigal y A.M. Guzmán (1998) «El problema del alga *Anabaena* en el lago de Chapala». Boletín de Prensa. Universidad de Guadalajara.
- , C.T. Castro y A.M. Guzmán (1999a) «Microalgas de importancia encontradas en el fitoplancton del lago de Chapala, Jalisco-Michoacán». V Jornadas de Biología. CUCBA-Universidad de Guadalajara. Marzo 15-19.
- , C.T. Castro y A.M. Guzmán (1999b) «Flora fitoplanctónica del lago de Chapala, Jalisco-Michoacán». V Jornadas de Biología. CUCBA-Universidad de Guadalajara. Marzo 15-19.
- Moral, C. del y J.G. Martínez. (1931) *Animales marinos y de agua dulce*. Dirección Forestal, de Caza y Pesca. México. 180 pp.
- Moreno, Alejandra. «Pobrecilla del agua, ay, que no tiene nada», *La Jornada*, 31 de diciembre de 1999.
- Mota, P.M. de la (1973) *Historia del Reino de Nueva Galicia en la América Septentrional*. INAH-UDEG. Guadalajara, México.

- National Research Council / Academia de la Investigación Científica, A.C. / Academia Nacional de Ingeniería, A.C. (1995) *Mejorando la Sustentabilidad; El Suministro de agua de la Ciudad de México*. National Academy Press. 115 pp.
- Nueva Compañía Eléctrica Chapala S.A. (1981) *Lago de Chapala. Fluctuación de los niveles*.
- Núñez, M.A. (1995a) «Contaminación de aguas», en: *Jalisco a tiempo*. Universidad de Guadalajara. (disco compacto). México.
- , (1995b) «Erosión», en: *Jalisco a tiempo*. Universidad de Guadalajara. (disco compacto). México.
- , (1995c) «Contener el deterioro del medio ambiente rural», en: *Jalisco a tiempo*. Universidad de Guadalajara. (disco compacto). México.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (1992) Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Capítulo 18. Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce. Río de Janeiro. 45 pp.
- , (1996) [Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente] Documento para discusión, «Taller regional sobre uso y desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad. Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe. México: PNUMA-CIAT. (<http://www.ciat.cgiar.org/indicators/unepciat/paper.htm>)
- Orozco, O.J.V. (1983) «Chapala de 1930», *Chapala ayer y hoy*. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Guadalajara, México. pp. 18-35.
- Ortega, M.M. (1984) *Catálogo de las algas continentales de México*. UNAM. México. 566 pp.
- (1987) «12 años de ficología en México 1971-1983», *Contribuciones en hidrobiología*. UNAM. México. pp. 155-186.
- , J.L. Gódinez, S.G. Garduño y M. Ma. G. Oliva (1994) *Ficología de México. Algas continentales*. AGT Editor. México. 221 pp.
- Ortíz, R.A. y M.J.G. Limón (1980) «Estudios del bentos en el lago de Chapala». Memorias del II Congreso Nacional de

- Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Monterrey, México. pp. 436-460.
- , (1981) *Principales características de la fauna béntica del lago de Chapala*. (reporte interno) SARH. México.
- y M.J.G. Limón (1982) «Comportamiento del planctón de red del lago de Chapala». Memoria del III Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Acapulco, México.
- Páez, B.L. (1983) «Chapala a través de los siglos», 100 artículos periódicos de El Informador. Guadalajara., México.
- Palmer, R.H. (1926) «Tectonic setting of Lago de Chapala». *Pan-Amer. Geol.*, 45: 125-134 pp
- Paré, L. (1989) *Los pescadores de Chapala y la defensa de su lago*. ITESO. Guadalajara, México. 144 pp.
- Paredes, P.M.A. (1975) *Estudio de la contaminación en el lago de Chapala* (tesis), Facultad de Química-UNAM. México. 70 pp.
- Pearce David, Edward Barbier and Anil Markandya (1990) *Sustainable Development. Economics and Environment in the Third World*. London Environmental Economics Centre, London, UK.
- Pellegrin, J. (1901) «Poissons recueillis par M.L. Diguët dans le létat de Jalisco» (Mexique). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris. 7: 204-207 pp.
- Peniche Salvador y Marina Leal (1996) «Diplomado trinacional sobre desarrollo sustentable. Programa Universitario de Medio Ambiente», UNAM.
- , David Biggs y Martha Niño (1998) «Memorias del taller sobre sustentabilidad en la Ciudad de México», INE. México.
- Pro-habitat (1985) «Dos aspectos de la conservación ambiental en el caso de Chapala», *El lago de Chapala 10 años después*. Colegio de Ingenieros Cíviles del estado de Jalisco. Guadalajara., 7 pp.
- Pum, M. y A.J. Bretado (1989) «Microalgas del lago de Chapala» (Informe del Instituto de Limnología) Universidad de Guadalajara. México. 8 pp.

- Quadri de la Torre, G. *et al.* (1994) *Partidos políticos y medio ambiente*, El Colegio de México. México.
- Ramírez, G.P. (1975) Estudio biológicos para la evaluación de la contaminación en el lago de Chapala (tesis), Facultad de Ciencias-UNAM. México.
- Ramírez, O.C. (1983) «Proyectos de aprovechamiento hidráulico en torno a Chapala», *Chapala ayer y hoy*. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Guadalajara, México. pp. 40-46.
- Ramos, P.J. (1985) «El acueducto Chapala-Guadalajara como sistema futuro de conducción de agua», *El lago de Chapala 10 años después*. Colegio de Ingenieros Cíviles del estado de Jalisco. Guadalajara, México. 9 pp.
- RAMSAR (1971) «Los pueblos y los humedales: un nexo vital» en: Lineamientos para integrar la conservación de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas. 7a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención sobre los Humedales
(http://www.ramsar.org/key_guide_basin_s.htm)
- Regan, Ch. T. (1908) «Pisces», in: *Biología, Centrali Americana*. London, 203 pp.
- Restrepo, Iván. «Día mundial del agua», *La jornada*, marzo 1999
- Reyes, G.M.E. y M.I.G. Nuñez (1994) «Contribución al estudio del fitoplanctón del lago de Chapala, Jalisco, México, durante el período comprendido de febrero-mayo de 1989-1991». CUCBA-Universidad de Guadalajara. México.
- Robinson John, Ann Dale and Christine Massey (1995) *Reconciling Human Welfare and Ecological Carrying Capacity*. UBC. Vancouver, Can.
- Romero, Q. J. (1993) *Atlas ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma* (2 tomos). Gobierno del Estado de México. 310 pp.
- Rosas., M.M. (1982) *Biología acuática y piscicultura en México* (materiales didácticos en ciencia y tecnología del mar) SEP. México. 250 pp.

- Ruiz, M.M. (1986) *Lago de Chapala. Turismo residencial y campesinado. Reseña Bibliográfica*. IGE-UDEG. Guadalajara, México. II (I): 125-133.
- Rzedowski, J. y R. Mac. Vaugh (1966) *La vegetación de Nueva Galicia*. Michigan University. Ann. Arbor.
- Sandoval, F. de P. (1990) «Chapala, ayer, hoy, mañana», en: Alba V.C. (ed.). *Chapala, ecología y planeación regional*. El Colegio de Jalisco-Goethe Institut. Guadalajara, México. pp. 75-85.
- , (1990) *El lago de Chapala en la década de los ochenta*. CESEACH- Gobierno de Jalisco. México. 61 pp.
- , (1994) *Pasado y futuro del lago de Chapala*, Gobierno de Jalisco. México. 92 pp.
- Sandoval, P.F. (1979) *Mitos y verdades sobre el lago de Chapala*. Gobierno del estado de Jalisco. Serie «Estudios e inversión», núm. 3.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1978a). *Estudio y monitoreo del lago de Chapala*. México. 81 pp.
- , (1978b) *Panorama general de la contaminación de las aguas de México y sus efectos sobre los recursos pesqueros*. México.
- , (1981a) *Informe técnico de la revisión y actualización del estudio hidrológico del lago de Chapala*. México. 9 pp.
- , (1981b) *Levantamiento hidrográfico del lago de Chapala, en Jalisco y Michoacán*. México. 281 pp.
- , (1982) «La cuenca Santiago-Chapala-Guadalajara» (Reunión para el saneamiento del Río Lerma, Lago de Chapala y Alto Santiago). México.
- , (1983) «Herbario nacional de malezas acuáticas». Guadalajara, México.
- , (1984) *Enumeración del grupo de contaminantes de las diferentes cuencas del país y prioridades de atención*. México.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1981) *Ecoplán del Estado de Jalisco*. México. 53-55 pp.
- , (1986) *Estudio para el reordenamiento ecológico de la Cuenca del Lerma-Chapala-Santiago*, vol. I. México.

- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (1995) *Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000*. México. 177 pp.
- Secretaría de Pesca (1985) *Plan integral de desarrollo pesquero*. México. 45 pp.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos (1972) *Estudio limnológico el lago de Chapala. I Etapa*. SRH-UNAM. México. 216 pp.
- , (1973) *Estudio limnológico del lago de Chapala. II Etapa, vol. I*. SRH-UNAM México. 190 pp.
- , (1974a) *Estudio limnológico del lago de Chapala. Resumen del estudio*. SRH-UNAM. México. 43 pp.
- , (1974b) *Estudio limnológico del lago de Chapala. II Etapa, vol. I*. SRH-UNAM. México. 172 pp.
- , (1974c) *Estudio limnológico del lago de Chapala, III Etapa, vol. II (anexos)*. SRH-UNAM. México. 180 pp.
- , (1974) *Atlas del agua de la República Mexicana*. México. 273 pp.
- Secretaría de Salubridad y Asistencia (1981) *Programas de acción y gestión contra la degradación ambiental del lago de Chapala*. México.
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Humanos y Pesca (1995) *Estadísticas de la producción pesquera en México*. México. 150 pp.
- Serrano R.J. y A. Márquez (1983) *Estudio agrológico de la ciénega de Chapala*. 56 pp.
- Simons, T.J. (1984), «Effect of outflow diversion on circulation and water quality of Lake Chapala». Project. MEX-CWS-010. Pan Amer. Health Asoc. / SARI. México. 23 pp.
- Smith, M.L., T.M. Cavender y R.R. Miller (1975) «Climatic and Biogeographic significance of a fish fauna from the late Pliocene-Early y Pleistocene of the Lake Chapala (Jalisco, México)». Pap. Paleont., Univ. Michigan. 12: 29-38 pp.
- Solórzano, F.A. (1965) *Contribución al conocimiento de los bagres fósiles de Chapala y Zacoalco, Jal.*, INAH. México. 26 pp.
- Streble H. y D. Krauter (1987) *Atlas de los microorganismos de*

- agua dulce. La vida en una gota de agua.* Ed. Omega, Barcelona. 337 pp.
- Sutton, L.D., y V.V. Vandiver (1986) «Grass carp. A fish por biological management of Hydrilla and other aquatic weeds in Florida». Florida Agr. Experim. Stat. Florida. Bull. 867. 10 pp.
- Talavera, S.F. (1982) *Lago de Chapala. Turismo residencial y campesinado.* INAH. México.
- Universidad de Guadalajara (1979a) *Análisis geoeconómicos, núm. 36. Jocotepec.* Instituto de Geografía y Estadística. 75 pp.
- , (1979b) *Análisis geoeconómico, núm. 46. Poncitlán.* Instituto de Geografía y Estadística. 71 pp.
- , (1980) «Aspectos bacteriológicos de la contaminación en el lago de Chapala», Boletín Informativo. Instituto de Astronomía y meteorología. 12 pp.
- , (1981) «Nitrógeno amoniacal». Boletín Informativo. Instituto de Astronomía y meteorología. 12 pp.
- , (1982) «Chapala un peligro en acecho». Boletín Informativo. Instituto de Astronomía y meteorología. 12 pp.
- , *Base de datos hidrológicos. 1988-1989.* Instituto de Limnología. Guadalajara, México.
- *Base de datos hidrológicos. 1996-1998.* Instituto de Limnología. Guadalajara, México.
- , (1998) *Memorias del ciclo de conferencias sobre la historia de la región Ciénega.* México. 137 pp.
- , (1998) *Programa de ordenamiento ecológico y territorial del estado de Jalisco.* Universidad de Guadalajara. (disco compacto). México.
- , (1999) «Indicadores de sustentabilidad», en: *Programa de ordenamiento ecológico y territorial del estado de Jalisco.* Universidad de Guadalajara. (disco compacto). México.
- Vallejo, F. (1963) *El lirio en el lago de Chapala.* Comisión Lerma-Chapala-Santiago. México. pp. 1-16.
- Vargas, A.P. (1983) «Chapala, afán de Jalisco», *Chapala ayer y hoy.* Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. México. pp. 10-16.

- Villa, G.J.A. (1973) «Problemas de contaminación de la laguna de Chapala como receptora de las aguas del río Lerma». Memoria de la I reunión nacional sobre problemas de contaminación ambiental. SARH. México. pp. 521-523.
- Villalobos, F.A. y H.H., Hobbs (1981) «A new dwarf crayfish from the pacific versant of Mexico (Decapoda: Cambaridae)». Proc. Biol. Soc. Washington. Washington. 94 (2): 492-502 pp.

ABREVIATURAS

En español:

- AIU Asociación Interamericana de Universidades
CEASG Consejo de Agua y Saneamiento del Estado de Guanajuato
CEL Centro de Estudios Limnológicos
CESEACH Consejo de Evaluación y Seguimiento del Acuerdo de Chapala
CLATEQ Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro
CICLICH Centro de Información de la Cuenca Lerma - Chapala
CIDIR Centro de Investigación Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Rural
CNA Comisión Nacional del Agua
Conacyt Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CRL Comisión del Río Lerma
FNF Fideicomiso Nacional Financiera
GEG Gobierno del Estado de Guanajuato
GEJ Gobierno del Estado de Jalisco
GEM Gobierno del Estado de Michoacán
GEMX Gobierno del Estado de México
GEQ Gobierno del Estado de Querétaro
GRLSP Gerencia Regional Lerma Santiago Pacífico
IMTA Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INP Instituto Nacional de la Pesca
ITESO Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente
JAT Jalisco a Tiempo
POET Programa de Ordenamiento Territorial y Ecológico del Estado de Jalisco
PSCA Programa de Saneamiento y Calidad del Agua
SADR Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Semarnap Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SEP Secretaría de Educación Pública. México

SETUR-Jal Secretaría de Turismo. Jalisco
SETUR-Mex Secretaría de Turismo. México
SICA Sistema de Información de Calidad del Agua
SILCII Sistema de Información del Lago de Chapala
SINCA Sistema Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua
SMN Servicio Meteorológico Nacional
SRII Secretaría de Recursos Hidráulicos (Ahora CNA)
STASIR Subgerencia Técnica de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos
UDEG Universidad de Guadalajara

En inglés:

CFQMA Centre for Freshwater Quality Monitoring and Assessment
CU Carleton University
DG Department of Geography
EC Environment Canada
GCRU Geomatic and Cartographic Research Unit
GEMS Global Environment Monitoring System
NASA National Aeronautic and Space Administration
NWRI National Water Research Institute
ONEP United Nations Environment Programme
RAISON Regional Analysis by Intelligence Systems on Microcomputers
UNESCO United Nations for the Education, Science and Culture Organization
UNO United Nations Organization
WHO World Health Organization
WMO World Meteorological Organization
WU Waterloo University
WWW Water World Web

Chapala en crisis
terminó de imprimirse en diciembre de 2000
en los talleres de Editorial Pandora
Caña 3657, La Nogalera
Guadalajara, Jalisco, México
Se tiraron 1000 ejemplares, más sobrantes para reposición

Portada.

ASV

Composicion tipográfica, mapas y cuadros

RAQUELA, DISEÑO EDITORIAL

Cuidado de la edición:

Miguel Ángel Serrano Núñez

Una de las razones del fracaso de las estrategias de desarrollo sustentable es que se les enfoca primordialmente desde la óptica ambiental, mientras que su viabilidad depende de que la negociación inicial involucre también las visiones económica y sociocultural, sostienen los autores. Con esta afirmación como premisa revisan la crítica situación que presenta la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, con énfasis en el lago de Chapala.

Entre los temas que se tratan, destaca el análisis de la efectividad que han tenido las distintas políticas públicas adoptadas y, lo que representa una valiosa aportación, del importante papel que pueden desempeñar las comunidades ribereñas y otras organizaciones sociales.

Contiene, además, una actualizada relación de las fuentes de información existentes sobre dicha cuenca, lo que sin duda será de gran valor para investigadores y estudiantes.

