

AGUA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA

Una historia regional global

Brigitte Boehm Schoendube*

INTRODUCCIÓN

La cuenca Lerma-Chapala-Santiago ocupa un lugar prominente en la historia hidráulica mexicana. El río que la drena es el segundo más largo del país¹ y su pasado geológico-hidrográfico, del que aquí sólo refiero algunos eventos diagnósticos, le confiere particular importancia entre los sistemas fluviales del centro del país.²

* Profesora investigadora del Centro de Estudios Antropológicos de El Colegio de Michoacán. Este trabajo se realizó en el marco del proyecto "Lectura del paisaje cultural en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago", apoyado por el Conacyt.

¹ Lo supera sólo el río Bravo, cuyo curso medio y bajo hace frontera con Estados Unidos y cuya mar-

Coinciden hoy día los expertos y los legos en señalar que la cuenca Lerma-Chapala-Santiago atraviesa por una crisis debida a la escasez de agua, cuyas principales manifestaciones son la sobreexplotación de los acuíferos y la contaminación. Hay divergencia de opiniones, sin embargo, cuando se trata de establecer las causas y proponer los remedios; consecuentemente, hay

gen derecha mexicana recibe escurrimientos de un área que cubre una superficie de 214 762 km², según la Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Estados Unidos, y de 204 560 km², según Tamayo. Desde su nacimiento hasta el mar recorre 2187 km (Tamayo, 1946: 122).

² Una descripción más detallada se encuentra en Boehm Schoendube y Sandoval Manzo (1999a).

evidencias de manipulación de la información, tanto técnica como social.

En este ensayo, parto de la problemática que presenta actualmente el lago de Chapala, para centrar la atención en la parte alta y media de la cuenca, es decir, en el río Lerma, que ha sido su principal alimentador. Introduzco el criterio regionalizador hidrográfico para referirme a la cuenca, a sabiendas de que ha estado sujeta a otras regionalizaciones que proceden también de criterios geográficos pero, sobre todo, de los planteados en términos administrativos, políticos, sociales y culturales, que han causado históricamente mutuas influencias e incongruencias,³ que son las que abordo en sus aspectos hidrográficos, hidrológicos, tecnológicos y socioculturales.

Los niveles del lago de Chapala dependen de varios factores: a) de los vo-

Tanto la percepción popular como la científica y administrativa dividen la cuenca en tres partes: la del Lerma, desde su nacimiento hasta su entrada en el lago de Chapala, la propia de Chapala y la del río Santiago, cuyo inicio solía estar en el derrame de Chapala, en Ocotlán, cuyas aguas volvían a tomar forma de cauce fluvial con un embarrancamiento profundo entre el Salto de Juanacatlán, en Jalisco, y Santiago Ixcuintla, en Nayarit, donde se esparcía en un dilatado delta antes de desembocar en el mar por el paraje de Villa Juárez, al noroeste de San Blas.

³ La cuenca hidrográfica se define como el territorio cuyas aguas van a parar a un mismo río, lago o mar; esta definición establece los límites de ese territorio en los parteaguas de los cerros que lo rodean, es decir, en las crestas que, al recibir el agua pluvial, la separan en la que escurrirá hacia adentro de la cuenca y la que se dirigirá a la cuenca vecina. A las aguas de lluvia se agrega la que aflora de acuíferos a través de manantiales y pozos localizados en el territorio de la cuenca.

lúmenes de agua que entran por los ríos alimentadores, de los cuales solía ser el principal el Lerma (con aportaciones medias de unos 30 metros cúbicos por segundo), seguido por el Duero, el Zula, el Tarecuato, el de la Pasión y otros menores; b) de las precipitaciones en su propia cuenca; c) de las salidas de agua por el río Santiago y por el acueducto San Nicolás de Ibarra-Guadalajara; d) de las "pérdidas" por evaporación, y e) de las causadas por infiltración al subsuelo en su propia cuenca.

Me enfrento a varias dificultades, siendo la principal el acceso a la información climática, hidrográfica y técnica y a sus características estadísticas,⁴ dispersas, contradictorias y de dudosa confiabilidad. A veces parecen obvios los intereses y las motivaciones que subyacen a la manipulación de cifras por parte de los diversos actores, pero su compleja interacción, a mi modo de ver, sólo puede descubrirse en su cambiante vinculación a través de los procesos históricos.

Éste es un primer intento de correlacionar, de manera muy general, los aspectos de la historia hidrográfica, tecnológica-hidráulica y sociocultural en el espacio del Lerma, buscando establecer algunos puntos diagnósticos sobre el origen y el desarrollo del deterioro del agua en la cuenca, enfocando primero la complejidad de las congruencias o contradicciones en las acciones y los discursos de los actores. Es un intento

⁴ Que no permiten interrelacionar los fenómenos e inferir situaciones locales y regionales.

metodológico, a efecto de encontrar maneras de articular históricamente los fenómenos locales con los regionales, nacionales y globales y de desentrañar sus lenguajes.

Con la expansión europea iniciada entre los siglos XV y XVI comenzó a conformarse el sistema mundial, en cuyo proceso se aceleró el intercambio tecnológico y se afectaron profundamente todas las regiones bajo la consigna generalizada de proveer a las metrópolis de materias primas y alimentos (Wallerstein, 1980; Wolf, 1986). Desde entonces, la cuenca del Lerma ha estado sujeta a las decisiones ajenas y a los condicionamientos de los mercados internacionales, no obstante sus vínculos económicos y políticos más antiguos con los centros de desarrollo prehispánicos, que imprimieron particularidades a los aprovechamientos coloniales en su ámbito y entrabos influjos contribuyeron a perfilar sus sistemas agropecuarios, sus ciudades y sus tipos sociales.

El fenómeno conocido hoy día como globalización, por lo tanto, se ha ido gestando a lo largo de algo más de cinco siglos y, durante este tiempo, se movieron de lugar sus principales centros metropolitanos y se desplegaron diversas formas económicas y políticas para vincularlos a las distintas regiones del mundo. Nuestra cuenca del Lerma ha participado activamente en su desarrollo y consolidación y, también, en crear las condiciones actuales de conocimiento y dinámica de la tecnología hidráulica y agronómica. De igual forma, empero, ha sido partícipe del deterioro ambiental regional y mundial y compar-

te ella privilegiadamente los más alarmantes aspectos de la crisis global.⁵

El fenómeno de la globalidad ciertamente presenta novedades: la percepción de la superficie completa del globo terrestre y su atmósfera a distancia a través de la imagen satelital; la concentración de las decisiones en instancias de ingerencia mundial, tales como la Organización de Naciones Unidas, la de Comercio para el Desarrollo Económico y los Bancos de Desarrollo y Mundial; la existencia de institutos de investigación científica y tecnológica en los que se elaboran los diagnósticos sobre la situación medioambiental mundial (con secciones especiales para el agua) y de donde surgen las propuestas para la acción que se discuten en los foros, también mundiales, auspiciados por las primeras; la difusión mundial de los diagnósticos y las propuestas, y las presiones a los gobiernos reacios a poner en práctica las recomendaciones.⁶

Basando sus enunciados en experimentos de laboratorio y del manejo estadístico-matemático de las capacidades de la infraestructura instalada, los

⁵ Pueden citarse ejemplos de estudios en México que, con esta información, presentan resultados y recomendaciones para la acción, coincidentes con los que se plantean en el nivel global (véanse Levine y Garcés-Restrepo, 1999; Kloezen, 2000; Scott, Wester y Marañón-Pimentel, 2000, entre otros).

⁶ Cabe mencionar: World Resources Institute (WRI), con sede en Washington, el Pacific Institute, International Institute for Sustainable Development, International Water Management Institute, World Water Assessment Program y diversos centros investigativos de la Unesco, la FAO, la ONU y el BM.

diagnósticos científico-tecnológicos que guiaron durante buena parte del siglo XX las políticas agropecuarias e hidráulicas apuntaron los incrementos en los rendimientos y en la producción obtenidos mediante la aplicación de las fórmulas de la revolución verde (mejoramiento de semillas, aplicación de fertilizantes y plaguicidas provistos por la industria petroquímica y mecanización de las labores del campo) y la ampliación de los territorios agrícolas de riego mediante la construcción de presas y redes de canales y la perforación de pozos.

Los aumentos en la producción traerían como consecuencia la caída de los precios de los alimentos básicos.⁷ El panorama parecía optimista hasta el momento en que las mismas instancias financieras globales decidieron reducir sus inversiones en la materia y restar alcance al poder de los respectivos gobiernos regionales, que fueron responsabilizados del cuadro contrastante que presentan otros estudios de la vuelta de los siglos XX y XXI (basados en imágenes satelitales, mapas y conjuntos de datos tabulares o censos), en los que salen a relucir las siguientes situaciones: cerca del 40% de la tierra agrícola en el mundo está seria o irreversiblemente degradado,⁸ el número de personas que

no tienen suficiente comida en el mundo es de 826 millones (FAO, 2003: 3), el 40% de los habitantes del mundo no tiene agua potable que beber (probablemente los mismos) y, se afirma paradójicamente, que un porcentaje variable entre el 40 y el 82% del agua es absorbida por la agricultura.⁹

LA SITUACIÓN EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA

Las situaciones observadas en el lago de Chapala y a lo ancho y largo de la cuenca del Lerma sugieren la hipótesis de una deshidratación progresiva de la región, en la que confluyen factores naturales y culturales. Al parecer, antes de la presencia humana ya se habían contraído las extensiones de algunos lagos en un proceso medible en tiempos geológicos (miles y hasta millones de años). A partir de la llegada de los europeos, sin embargo, no se detecta variación significativa en la masa de humedad general contenida en la cuenca hasta la vuelta de los siglos XIX y XX.¹⁰ A pesar

⁷ En un 50 %, según Scott, Wester y Marañón (2000: 11); en un 43% los del maíz, 33% arroz y 38% trigo, según el estudio realizado por el World Resources Institute (WRI) (World Resources Institute, 2000).

⁸ 75% en Centroamérica (supongo que incluye México), 20% en África y 11% en Asia (World Resources Institute, 2000).

⁹ África, 78.25%; la región abarcada por la antigua Unión Soviética, 39.85%; Asia, 82.20%; el Cercano Oriente, 74.58% y América Latina, 77.22% (AQUASTAT, 2002). Otra fuente adjudica a la agricultura el 70% (WMO, 1997: 8). Es común que las cifras ofrecidas se acompañen de la explicación: la ineficiencia generalizada de los sistemas de riego agrícola, por ejemplo, Revenga *et al.* (2001). La misma fuente indica para México 78, 17 y 5% de agua respectivamente para agricultura, uso doméstico e industrial. Entre 1990 y 1995 los usos de agua se habrían multiplicado por seis, a saber, más de dos veces que el crecimiento de la población mundial.

¹⁰ Salvo las fluctuaciones anuales debidas a la alternancia de las temporadas de lluvias y secas,

de los esfuerzos que realizan los responsables gubernamentales del manejo hidráulico por demostrar la causalidad natural de la sequía, se impone el supuesto de que ha sido la acción humana la que ha provocado el aceleramiento y la intensificación de las prácticas de desalojo del agua.¹¹

En lo que refiere a la disponibilidad de agua para el consumo humano, la escasez se agrava por la pérdida de calidad causada por la contaminación, es decir, del agua disponible; sólo una muy pequeña parte muestra condiciones de potabilidad son aceptables.

En el contexto político actual sobresalen las polémicas alrededor de la medición del déficit de agua en el lago de Chapala,¹² con la notable tendencia

a excluir del cálculo los volúmenes sustraídos hacia las ciudades de México y Guadalajara. Las cifras aportadas por distintas fuentes permiten ubicar la cantidad de agua faltante entre los 8.5 Mm³ (millones de metros cúbicos; la capacidad máxima del lago) y los 1.2 Mm³ (existencia mínima registrada en el año 2001), a saber, en 7.3 Mm³. Si, en cambio, tomamos como referencia los volúmenes medios reportados de 4.7 Mm³ y el promedio de los años 2001-2002 de 1.8 Mm³ (calculado burdamente en base a los datos consignados en la nota 7), el faltante sería alrededor de 3 Mm³.¹³

En diversos foros se expresan, de manera dominante, las acusaciones a la

a variaciones que algunos consideran cíclicas y a cambios locales.

¹¹ Un ejemplo: según Maderrey Rascón y Jiménez Román (2001: 24-38), la transferencia de agua de las lagunas de Lerma y los manantiales del valle de Toluca a la ciudad de México y su zona metropolitana ha alterado el ciclo hidrológico y disminuido no sólo los volúmenes de los almacenes superficiales y subterráneos en la cuenca alta del Lerma, sino también los de las nubosidades y precipitaciones. En otros sitios se registran déficits de hasta 300 Mm³ (millones de metros cúbicos) en los índices de precipitación anual durante los últimos 10 años (información de campo).

¹² En una de sus fuentes, la CNA (2001) consigna como capacidad a plenitud del lago los 8600 Mm³. Comparando dos imágenes de satélite (13 de diciembre de 1973 y 21 de mayo de 2000), los investigadores del Área de Medio Ambiente y Geomática del ITESO proporcionan las siguientes cifras: en 1973 el lago alcanzaba la cota 98.32 y almacenaba 8494.73 Mm³, en tanto que en 2000 estaba en la cota 92.39 (Arana Cervantes, 2001). La cota mínima de 91.13 del año 2001 se registró entre el 31 de mayo y el 4 de junio, con una su-

perficie de 72 297.28 ha y un volumen de 1 182.05 Mm³ (Torres, 2002a). En enero del 2002, efectuado el trasvase desde la presa Solís en Guanajuato y después de un abundante temporal de lluvias, según una fuente, el lago de Chapala contenía 2517 Mm³ (Valdez Zepeda, 2002). Previo al trasvase se señala la cota 91.90 y dos días después de iniciado estaba en 91.86 (noviembre 8). El 31 de noviembre estaba en 91.87. El viernes 14 de diciembre había subido a 91.90. En la actualidad la cota del Lago reportada es de 91.77 (Torres, 2002a).

Cabe agregar que "desde 1990, bajo criterios de operación para esta cuenca [bajo la consideración del lago como presa], la CNA [Comisión Nacional del Agua] determinó que el lago opera con base en un nuevo nivel de plenitud que vino a sustituir la cota que operó durante ochenta años y que era de 97.80 con una capacidad de almacenamiento de siete mil 897 millones de metros cúbicos. Para mayo de 2001, prevalece la cota 94.77 con nivel máximo o de plenitud de *cuatro mil 500 millones de metros cúbicos*" (Gómez Sustaita, 2001: 6. Subrayados de la autora).

¹³ Promedio de los volúmenes de los años 1935-1944 y 1959-1970, según Sandoval Alatorre (1979: 42-43), y promedio de los años 2001-2002 de 1.8 Mm³.

agricultura de riego, más precisamente al llamado riego tradicional,¹⁴ provocando el enfrentamiento entre los cultivadores de las subregiones del Lerma.¹⁵

Cumpliendo mi advertencia, divido la exposición en tres narraciones intervereadas de larga duración: al explorar el ciclo hidrológico y sus transformaciones, trato de establecer los factores que lo han alterado a lo largo de su historia, en particular, aquellos que extraen el líquido de su circuito de evaporación, formación de nubes, precipitación, escurrimiento, absorción en el subsuelo y afloramiento. Indago sobre las intervenciones tecnológicas hidráulicas, a fin de vincularlas con los procesos que inciden

¹⁴ Con ello, la disputa se transfiere al ámbito de la tecnología del riego: en tanto que los cultivadores de trigo, que utilizan el riego rodado a partir de presas y canales, se ven compelidos a sembrar cañola o cebada (que supuestamente requieren de menos riegos), los cultivadores de hortalizas y frutas que aplican técnicas de fertirrigación y riego por goteo reciben créditos y subsidios. En diversos foros y medios de comunicación se registró la disputa por el trasvase de la presa Solís al lago de Chapala exigido por Jalisco (entiéndase Guadalajara), de cuyas negociaciones surgió el acuerdo de fijar el volumen en 470 Mm³. El trasvase no fue más que de 140 Mm³ y se suspendió el 11 de diciembre de 2001, al parecer, a causa de movilizaciones de regantes en la zona de La Piedad y otras partes del Bajío guanajuatense (Torres, 2002b).

¹⁵ Textualmente, la CNA (2000: divulgación, libro 8) declara: "Del volumen de agua total extraído, el mayor extractor es el sector generación de energía eléctrica siguiéndole el sector hidroagrícola de generación de energía eléctrica. Sin embargo, sin considerar el uso del agua para generación, por no ser un uso consuntivo, la extracción para uso hidroagrícola representa el 74% del volumen total extraído para usos consuntivos". Otra fuente habla de 81% de agua consumida por la agricultura en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, de la cual el

en el ciclo hidrológico y, además, paso revista a las diversas y encontradas necesidades humanas de agua, que en el tiempo requirieron de la aplicación de determinadas técnicas, así como a los intereses que se mostraron dominantes para imponer sus proyectos, además de encontrar las fórmulas culturales idóneas para organizar a la sociedad para lograrlos.

LA HISTORIA GEOHIDROGRÁFICA O POR QUÉ LA CUENCA DEL LERMA FUE TAN FERAZ¹⁶

Los acontecimientos volcánicos y tectónicos iniciados en el océano conformaron el Eje Volcánico Transversal, cuyas elevaciones atajan el paso de las nubes provenientes de los océanos y concentran sus precipitaciones; algunas de

52% proviene de acuíferos superficiales y el restante 42% es extraída mediante bombeo en pozos del subsuelo, y argumenta: "La superficie de riego es de 798 mil 664 hectáreas —cifras de la CNA de 1999—, el doble de la que existía en 1967 [entre 345,000 (1960) y 422,700 (1970) hectáreas], siendo esa la principal razón de la crisis del lago de Chapala". (Gómez Sustaita, 2001: 2-3) Nótese similitudes con el discurso global (ver más adelante).

¹⁶ En trabajos anteriores (Boehm Schoendube, 2002; Boehm de Lameiras y Sandoval Manzo, 1999a) describimos exhaustivamente la formación geohidrológica de la cuenca del Lerma, por lo que ahora sólo anotamos sus rasgos más relevantes. La cuenca completa se conoce con el nombre Lerma-Chapala-Santiago. En su curso medio el río alimenta al lago de Chapala, cuyos sobrantes solían derramar al río Santiago, que desemboca en el océano Pacífico en el estado de Nayarit. Este trabajo incluye solamente el tramo del río conocido como Lerma, desde su antiguo nacimiento hasta el lago de Chapala.

sus mayores alturas rodean al valle de México. Los escurrimientos de agua alrededor de este enorme cono, así como los afloramientos de sus infiltraciones, originaron los ríos que fluyen hacia el Golfo de México y el océano Pacífico. Los manantiales altos del río Lerma se localizaban al pie de la sierra de las Cruces y el Nevado de Toluca entre los 2600 y 2700 metros sobre el nivel del mar (msnm); estos conjuntos montañosos hacen barrera entre el valle de México por el oriente y los valles de las Amilpas de Morelos y Guerrero por el sur. A diferencia de otros ríos nacidos en los valles de Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo, que hallaron bajada cavando barrancas, el río Lerma quedó encajonado entre la parte mexiquense y michoacana del Eje Volcánico y la Sierra Madre Oriental y tuvo que recorrer una larga distancia, plena de tropiezos cerriles, para encontrar su salida al mar. A su paso, fue rellenando con sus aluviones las hondonadas intramontanas, conformando una cadena escalonada de lagunas y ciénagas que derramaban una en la otra sus excedentes de agua. A través de esos procesos milenarios, los azolves de los fondos lacustres constituyeron suelos excepcionalmente ricos en nutrientes para la vida vegetal — con altos contenidos de minerales de origen volcánico, entre ellos el potasio — y de materia orgánica proveniente de los bosques, que cubrían antaño las laderas de todas las serranías.¹⁷

¹⁷ Tamayo (1946: 106, 247 ss) calculó la superficie de la cuenca del Lerma desde su nacimiento hasta Chapala en 42864 km² (agregada la del río San Pedro, de Aguascalientes, de 2313 km²) y la

La serie de valles aluviales comenzaba en el de Toluca, que se alargaba hasta el pueblo de Atlacomulco, donde el Lerma iniciaba el serpenteo que le abría paso entre montañas, permitiéndole reposar eventualmente para volver a formar llanos inundados entre Temascalcingo y Tepuztepec,¹⁸ en Maravatío, Acámbaro¹⁹ y Salvatierra. Seguía su rumbo para internarse al Bajío cerca de Apaseo, no sin antes recibir por su margen izquierda los afluentes Cachivi, Senguio y San Andrés.

Se conoce como Bajío el conjunto de “cuencas interconectadas que comienzan al este en el valle de Querétaro y terminan al oeste en los límites altos de Jalisco” (Brading, 1978: 13). Al constituir el río Lerma la frontera sur de esta región (a la vez que la divisoria interestatal entre Guanajuato y Michoacán), los estudiosos han tendido a ver su cuenca de manera fragmentada y algunas de sus partes francamente olvidadas.

Al sur del río Lerma, a saber, en los lugares actualmente michoacanos y antes de la llegada de los españoles controlados por los purhépechas o tarascos,

de Chapala de 9370 km². Me parece interesante citar a Tamayo, puesto que sus cifras revelan situaciones existentes hace seis décadas, cuando todavía las regiones cuenqueñas del Lerma eran el granero del país.

¹⁸ En este último sitio se encuentra actualmente una presa hidroeléctrica.

¹⁹ Al norponiente de este pueblo se construyó a mediados del siglo XX la presa Solís, proyectada para regar las parcelas ejidales resultantes del reparto agrario y en sustitución del agua que proveía anegamientos para los cultivos de humedad y que fue desviada para abastecer la ciudad de San Miguel de Allende.

había importantes núcleos de población indígena que hacían uso del agua de los afluentes para la agricultura, la minería, las manufacturas y el abasto urbano. Particularmente interesante parece haber sido, en términos de la planeación hidráulica, el aprovechamiento de varios ríos, sobre cuyo curso se formaban ciénagas y lagos. Entre ellos cabe mencionar los ríos Morelia y Queréndaro, alimentadores del lago de Cuitzeo, que ciertamente conforma una subcuenca aislada de la del Lerma, pero que en la época colonial se integraría a través de un dren. La laguna de Yuriria, por el contrario, surgió por obra de un canal que sangró al Lerma para inundar esa llanura.

Por la misma banda del Lerma dos importantes afluentes mostraban las mismas características de formación de ciénagas y lagunas de cuencas parcialmente cerradas: el río Angulo, que descansaba en su curso medio en la ciénega de Zacapu,²⁰ y el río Duero, que hacía lo propio en Tangancicuaro, Zamora e Ixtlán, hasta desaguar en la laguna de Pajacuarán, de donde derramaba en el lago de Chapala.

Por el norte, a saber, por la margen derecha, las tierras del Bajío guanajua-

tense recibían los escurrimientos de los ríos Querétaro, Laja, Silao, Guanajuato y Turbio, provenientes de la Sierra Gorda y la Sierra Madre Oriental guanajuatense, potosina e hidrocálida, donde se localizaron algunas de las minas más importantes de la época novohispana. Pero también en la serranía colindante al sur se ubicaron los yacimientos de El Oro y Talpujahuá e, incluso, los de allende el parteaguas en la cuenca del río Balsas, en la tierra caliente michoacana, tuvieron influencia en el desarrollo de esta parte de la cuenca del Lerma.

Antes de llegar a Chapala, el río Lerma abandona el Bajío en las cercanías de La Piedad, desde donde desciende para formar los valles de Yurécuaro y La Barca y la otrora extensa ciénega de Chapala; allí solían confluír sus aguas con las del Duero en una vasta zona de inundación, cuyo nivel más alto estaría en los 1 550 msnm. En algún tiempo prehistórico esta zona de inundación se prolongaría por los valles del río Santiago, quizá hasta El Salto, donde inicia la horadación que embarrancó sus aguas por la profunda hendidura que las conduce hasta las llanuras de Nayarit.

Entre las características de los paisajes naturales de la cuenca del Lerma destacan esos amplios valles de intermitencia lacustre palustre y de pródigos suelos, que comparten también algunos de sus afluentes. Distinguía a estos valles la alternancia anual de abundancia y sobreabundancia de agua en la temporada de lluvias, y de notable disminución de sus volúmenes en la de secas. A lo largo del tiempo, sus habitantes desarrollaron diversas formas culturales de aprovechamiento de sus recursos y sus

²⁰ La Real Academia Española establece que la grafía correcta de la palabra es ciénaga. Los propios españoles que llegaron a conquistar y poblar la región centro occidente del país, al parecer, hablaban y escribían de manera "corrupta", pues bautizaron a las zonas palustres como ciénegas y así se conocen hoy día, vulgar y oficialmente, la ciénega de Zacapu, la ciénega de Chapala, la ciénega de Mata, entre otras muchas.

concomitantes soluciones tecnológicas, sobre las que damos cuenta somera en este ensayo.

LA TECNOLOGÍA DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Los tiempos más remotos

La exploración arqueológica de las consignas tecnológicas relacionadas con el uso del agua en los tiempos prehispánicos es escasa, por lo que sólo ocasionalmente es posible correlacionar sus dimensiones con las noticias que aportan las fuentes históricas coloniales, así como evaluar el papel que jugaron los cambios introducidos por los europeos y sus impactos sociales. Tampoco son muchos los estudios sobre los desarrollos hidráulicos coloniales y de los siglos XIX y XX, pero conforme nos acercamos al presente se agranda el cúmulo de los diagnósticos e informes técnicos y de los pronunciamientos sociales y políticos, entre los que figuran los científicos y los de pretensiones científicas.

A grandes rasgos, es posible identificar los aprovechamientos hidráulicos regionales prehispánicos de uso doméstico, urbano y agrícola. Poco podemos agregar con respecto a las maneras de conducir, almacenar y disponer del agua en las diversas industrias y manufacturas que ciertamente requerían de ella, particularmente la minería y la textilera, pero abundan las referencias a la prodigalidad de las explotaciones de fauna y flora lacustres en el procuramiento de alimentos y de diversas materias primas, destacándose

también la producción de sal, salitre, tequesquite y cal.

En cuanto a los primeramente nombrados, hoy en día es posible afirmar la importancia de los sistemas chinamperos en todas las zonas lacustres y palustres de la cuenca, a pesar de los vacíos que permanecen aún en su mapeo y en su seguimiento cronológico. Aparentemente, las chinampas estaban asociadas a la construcción de islas artificiales de gran tamaño dentro de lagunas y pantanos, destinadas a viviendas y edificios públicos. Sus dimensiones monumentales y la abundancia de materiales cerámicos y líticos son indicativas de concentraciones demográficas muy considerables, por lo menos hasta el postclásico temprano, en zonas limítrofes y marginales a los Estados mexica y tarasco (cuando aparentemente decaen y se abandonan) y hasta la llegada de los españoles en los territorios comprendidos dentro de estas unidades políticas.²¹

Con el arribo de los europeos, las chinampas se vieron amenazadas por

²¹ Véanse para las épocas prehispánica y colonial en el alto río Lerma: Albores Zárate (1995); Sugiura Yamamoto y McClung de Tapia (1985); Sugiura Yamamoto y Mari Carmen Serra Puche (1990); en la parte michoacana: Carot y Fauvet-Berthelot (1996); Boehm Schoendube y Sandoval Manzo (1999b); Moreno García (1988); Sánchez Rodríguez y Boehm Schoendube (2000); para la parte guanajuatense: Sánchez Rodríguez (2001); para la parte jalisciense: Weigand (1993); Valdez, Liot y Schöndube (1996). Para épocas posteriores, cito las fuentes a lo largo del texto. El porfiriato y el siglo XX pueden documentarse fielmente a través de los expedientes generados en los procesos de federalización del agua hasta 1980, que se guardan en el

la introducción de ganado a los ricos pastizales de las ciénagas (Boehm de Lameiras y Sandoval Manzo, 1999b). En algunas zonas palustres coincidió, quizá también, la pugna por los espacios chinamperos con la práctica del entarquinamiento desarrollada intensivamente por las haciendas y de la que se han encontrado registros para toda la zona del Bajío, las ciénegas de Zacapu y Chapala, las llanuras aledañas del Lerma y el Santiago, desde Yurécuaro hasta Poncitlán y quizá hasta El Salto, así como las partes inundadas por el Duero entre Jacona y Zamora.²²

Las chinampas y las cajas de agua permitían los cultivos aprovechando las aguas perennes y broncas, reteniéndolas en el sistema hidrográfico, garantizando la renovabilidad por la evaporación y la infiltración a los suelos.

Puede atribuirse importancia similar a los terracedos de riego y humedad, cuyos perfiles se pueden apreciar aún sobre muchas de las laderas de las montañas que enmarcan la cuenca.²³ A simple vista es posible distinguir la marca de los escalones en las faldas de los cerros que flanquean a todos los pueblos antiguos del valle de Toluca y Atlacomulco,

siendo quizá los más impresionantes los de la zona arqueológica de Teotenango que, sin embargo, no hacen desmerecer a otros. Son apreciables, también, en los alrededores de Pénjamo, en el valle de Santiago y en la cuenca de Cuitzeo; están relativamente bien conservados los del Curutarán, en Jacona, y los del cerro El Paraíso, junto a Emiliano Zapata, antes Guaracha. Hay referencias históricas precisas al sistema de terrazas de riego con agua de manantiales y del río Duero en la Cañada de los Once Pueblos, que lo remontan al tiempo de la monarquía de Tzintzuntzan.²⁴

Sánchez Rodríguez y Boehm Schoendube (2000: 115 ss y 136 ss) exploran la posibilidad de una simbiosis en los modelos de urbanización prehispánico y colonial que, ciertamente, no ha de ser exclusiva de la cuenca que estoy tratando: un núcleo central compacto, en el cual se ubicaba el control del sistema de distribución del agua hacia los hogares y las huertas de los habitantes de los poblados. La simbiosis se manifestó en los inventarios de frutas y hortalizas sembrados en las huertas de los pueblos españoles, en los solares de los que permanecieron con mayor presencia de cultura indígena. A diferencia de las ciudades actuales, este tipo de urbanización no excluía las áreas verdes y de producción agrícola del entorno residencial, laboral y de servicios. Los sistemas de riego y abasto doméstico de agua consistieron, por lo general, de uno o varios ductos que

Archivo Histórico del Agua en la ciudad de México. De 1980 para acá, es difícil documentar las obras y sus especificidades técnico-sociales, debido al celo informativo de la Comisión Nacional del Agua.

²² Sánchez Rodríguez, comunicación personal (febrero, 2002); véanse también Sánchez Rodríguez (2001) y Sánchez Rodríguez y Eling (2000).

²³ Existen pocos trabajos arqueológicos dedicados a estos terracedos, entre ellos los del equipo del CEMCA, que exploró los "malpaisés" de la zona de Zacapu y el cerro Zináparo, cerca de La Piedad, en Michoacán (Michelet, 1992).

²⁴ Véase Sánchez Rodríguez y Boehm Schoendube (2000: 115 ss).

acercaban el líquido desde el manantial o río, a veces mediando una presa de almacenamiento y siempre un bordo de derivación.²⁵

Sánchez Rodríguez²⁶ opta por dividir la tecnología de la construcción de presas hasta finales del siglo XIX en dos categorías simples: fijas o móviles, las cuales permiten aludir a los posibles criterios de orden funcional.

Finalmente, dentro de la categoría de presas fijas estaban las de cal y canto o mampostería. Diseñadas para resistir una mayor presión hidráulica, su trazo y construcción implicaron una alta especialización por la forma de utilizar el material, instrumentos, equipos, herramientas y trabajo humano y animal. La construcción de sus muros se hacía con piedra y mortero. Cuando la presa era de contrafuertes se debía poner especial cuidado en los ángulos ya que la piedra debería de tener otro tratamiento. Su diseño y tipo de material empleado redundaba no sólo en una mayor resistencia sino también en una mayor altura y longitud. Por lo mismo su distribución en la geografía michoacana es amplia [...] (Sánchez Rodríguez, 2001).

Tal era el caso de la presa del Puente de Fierro, que se localizaba en la hacien-

da de San José de la Huerta. Formada por un grueso muro de mampostería, con tres compuertas de desfogue, esta presa podía derivar completamente el volumen total del río Grande de Morelia que tan sólo en la época de estiaje tenía un gasto de 1 500 litros por segundo (l/s).²⁷

La presa conocida como de Atapaneo y mandada construir desde 1742 por los propietarios de la hacienda de La Goleta en el Distrito de Morelia, nos ofrece un buen ejemplo de presa móvil. Situada al N.W. de la población de Charo, utilizaba el agua del río Grande Morelia por medio de una presa móvil. Esta obra consistía en 3 machones macizos de mampostería cimentados en el cauce del río, y de dos estribos también de mampostería empotrados en las márgenes, dejando cuatro claros, siendo los dos primeros —considerándolos de la margen derecha hacia la izquierda, de 3 mts; el tercero de 1.20 y el cuarto solamente de 1 mts de anchura. En este último se formaba la bocatoma del canal de conducción. Además, todos los machones tenían ranuras para la colocación de compuertas de madera. Aguas abajo de la presa de Atapaneo se localizaba la presa de las Ovejas que también era de machones.²⁸

²⁵ Los acueductos de Morelia, Pátzcuaro y Querétaro son obras arquitectónicas impresionantes; otras más modestas constituyen, no obstante, verdaderas proezas de ingeniería hidráulica, como la de Toluca, Lerma, Tiripetío, Yuriria, Jacona, San Miguel de Allende y Guanajuato.

²⁶ En Sánchez Rodríguez y Boehm Schoendube (2000). Las siguientes descripciones están basadas en la investigación de Sánchez Rodríguez sobre las presas michoacanas.

²⁷ Sánchez Rodríguez (2001). Archivo Histórico del Agua, Aprovechamientos Superficiales (AHA, AS), Oficio del ingeniero comisionado para la inspección de los usos del agua de la hacienda de San José de La Huerta, Celaya, Gto., 29 de mayo de 1923, f. 119.

²⁸ Sánchez Rodríguez (2001). Archivo Histórico del Agua, Aprovechamientos Superficiales (AHA, AS), Informe relativo a la accesión de aguas a la comunidad de Charo, Mich., México, 1º de septiembre de 1930, Caja 884, Exp. 12311.

Resulta prácticamente imposible la medición de las variaciones de las masas de humedad en la cuenca desde la época prehispánica y la colonial hasta bien entrado el siglo XIX. Las características de los aprovechamientos del agua, sin embargo, permiten suponer que las afectaciones al ciclo hidrológico serían de índole positiva, a saber, contribuirían a la conservación de la humedad e, incluso, a incrementarla.

La reducción de superficies lacustres debida al rellenado de tierra de las chinamperías se compensaría con un aumento en el área de inundación marcado por el límite del derrame natural, que bien pudo haberse ampliado con alguna obra artificial para mejor controlar el nivel del agua. Las cajas de agua, por su parte, retenían durante más tiempo el escurrimiento de las aguas broncas hacia el dren de los ríos, aumentando las posibilidades de infiltración y recarga de acuíferos y las de evaporación y formación de nubes. Las presas tendrían funciones similares.

Los patrones urbanos, que entreveraban las áreas construidas con las huertas y solares, no producían los efectos tan acentuados de impedimento de recargas al subsuelo de las urbes actuales. Los residuos sólidos eran reciclados en su mismo espacio agrícola productivo, aunque probablemente ya causaban problemas de biodegradación las acumulaciones de excrementos.

Desde la época colonial hay noticias de problemas de contaminación generados en las ciudades y algunas industrias, particularmente la minería y las tenerías, que procuraban distanciar-

se de los núcleos habitacionales (Boehm Schoendube, 2002).

DEL TIEMPO DE PORFIRIO DÍAZ HASTA FINALES DEL SIGLO XX

Antes de la gran sequía

Los logros tecnológicos del siglo XX en materia hidráulica son efectivamente impresionantes en México y en nuestra cuenca Lerma-Chapala-Santiago.²⁹ Hace más de cien años los esfuerzos mayores se mantuvieron dirigidos a la desecación de lagos, lagunas y pantanos, con el propósito de aumentar las superficies llanas susceptibles de irrigación. Al efecto, se cavaron zanjas de drenaje en los lugares pertinentes, a todo lo largo y ancho de la cuenca, y el correr del agua se aceleró con la instalación de equipos de bombeo. La obra porfiriana más espectacular fue, indudablemente, la apertura del tajo que permitió desaguar y convertir en valle a la cuenca de México, pero la del Lerma-Santiago puede jactarse de la extinción de las lagunas de Lerma, la construcción del dique de Maltaraña, en Chapala, y la instalación de su planta de bombas en La Palma (que cercenaron cerca de 50 mil hectáreas al lago) y de la desecación de la ciénega de Zacapu, que destacan entre un collar

²⁹ Aunque no suelen ser enarbolados como hazañas nacionales con el mismo énfasis que la construcción de las grandes presas y las redes de canales de los distritos de riego del norte y noroccidente del país.

de obras menores, entre las que cabe mencionar las de las ciénagas en y al alrededor de Morelia, sobre los ríos Grande y Chiquito, las de Queréndaro y las de la zona de Maravatío.

La desecación de la Ciénega de Zacapu representa la empresa grande más temprana del porfiriato:

El proyecto de la compañía constituida por los propietarios Noriega y Carranza consistió del ensanchamiento del tajo que desaguaba los excedentes lacustres del valle de Zacapu por el río Angulo hacia la cuenca del Lerma y de la instalación en el lugar de una potente planta de bombeo. Fue necesaria también la ejecución de una serie de obras secundarias de canalización y represamiento del río de La Patera que, originado en los cerros alrededor de Coeneo y Huaniqueo en el nororiente del valle, era el principal alimentador de la ciénega. A la vez que estas obras evitaban la entrada del agua al área anegada, conformarían la infraestructura del sistema de riego de las tierras descubiertas. La zona más profunda de la ciénega estaba localizada entre la ciudad de Zacapu y la hacienda de Bellas Fuentes. En esta parte la compañía construyó varios drenes, los principales fueron: el que partía desde Zacapu y atravesaba una serie de albercas represadas para llegar al antiguamente llamado "canal general de desagüe de la empresa", que fue rebautizado después de la Reforma Agraria con el nombre "canal Federal"; el que arrancaba desde el pueblo de Naranja y el que nacía al pie del casco de Bellas Fuentes, que ambos concurrían al mismo dren principal, cuyo rumbo era el de la planta de bombeo (Sánchez Rodríguez y Boehm Schoendube, 2000: 189).

El proyecto de los empresarios tapatíos, los hermanos Cuesta Gallardo, en el que participaron el hacendado de Guaracha, con materiales y mano de obra de sus peones, y el de San Simón, costeando el dique de contención del río Duero, consistió en la edificación de un bordo que contuviera las aguas del lago de Chapala para que no derramaran hacia la parte conocida como la ciénega del mismo nombre. El bordo arrancó desde la entonces hacienda de La Palma hasta la de Maltaraña (cuyo sitio isleño colindaba con el río Lerma) y continuó de allí hasta Jamay. Terminada la obra en 1910, el estallido de la Revolución y el asesinato de Joaquín Cuesta Gallardo interrumpió el proceso y las potentes bombas alemanas, diseñadas para extraer los excedentes de agua de la parte desecada y para rebombear la del lago para el riego, apenas vinieron a instalarse en 1936 por la Comisión Nacional de Irrigación. La ciénega se inundó completamente en 1912, 1913, 1922, 1926 y 1935, llegando el agua hasta el paraje de las Piedras Cuatas cerca de San Simón.

Al tiempo que se construía el dique de Maltaraña, la tierra seca asomaba prácticamente en toda la ciénega, al menos en años de ciclos pluviométricos normales. Las grandes alzadas isleñas de tierra construidas en la época prehispanica habíanse interconectado con "pasos enjutos", bordos y vallados y el agua permanecía en forma perenne sólo en las manchas de la laguna de Pajacuarán, los fangales de Ixtlán y de Guaracha, y en las zanjás y acequias que guardaban humedad se permitía el

activo tráfico de barcazas que transportaban personas y mercancías.³⁰

La desecación de la ciénega de Chapala sucedió en un contexto de planeación regional encabezada por los hacendados jaliscienses, cuyo giro no se limitaba a la agricultura, sino también a la industria, al comercio y la urbanización de Guadalajara y de una cadena de poblados que ocupaban posiciones centrales en las subregiones. Se asociaron entre ellos para la ejecución de grandes proyectos, como el de Chapala, iniciado con la construcción de la presa Corona en 1853, y que alargaba las superficies de riego con agua del río Santiago a las haciendas de Atequiza, La Calera, La Capilla y otras;³¹ y el de la planta hidroeléctrica de El Salto en 1885,³² cuyos requerimientos de fuerza motriz hidráulica desquiciaron desde

su misma construcción los ritmos hidrográficos del lago.³³ La electricidad permitió iluminar Guadalajara y las crecientes ciudades regionales, así como acelerar los procesos industriales por lo menos hasta la zona minera del norte de Jalisco. En la zona chapálica, el proyecto de desecación pretendía integrar la irrigación del río Santiago y del Lerma aguas arriba, además de la considerable ampliación al territorio de riego ganado al lago. Al mismo tiempo, se canalizaban las inversiones al desarrollo turístico de su ribera norte.³⁴

Continuaron los intentos por desecar las lagunas de Lerma en el valle de Toluca, que antes de la intervención humana conformarían un solo espejo agrandado en temporadas de lluvia, abundante y eventualmente se separarían en varios vasos en épocas muy secas. Los prodigiosos manantiales brotantes al pie de la sierra de Las Cruces y el Nevado de Toluca³⁵ se ocuparían de mantener los niveles de agua suficientes para la prosperidad de un gran número

³⁰ Expongo la historia de la desecación de la ciénega de Chapala en varios trabajos: Boehm de Lameiras (1987, 1990, 1994, 1998a, 1998b) y Boehm Schoendube y Sandoval Manzo (1999b). En cuanto a los aspectos técnicos, ver Sandoval Alatorre (1979a, 1979b, 1981, 1994).

³¹ El canal Zapotlanejo regaba tierras en la margen derecha, el canal Atequiza en la izquierda (Sandoval Alatorre 1994: 26).

³² Le sucedieron los de Puente Grande, Colimilla y Las Juntas. No he podido averiguar hasta qué punto estas hidroeléctricas jaliscienses (manejadas por la Nueva Compañía Eléctrica Chapala, S.A., cuyo socio mayoritario era un norteamericano de apellido Morrison; en ella se inició como consultor el ingeniero Elías González Chávez, discípulo del ingeniero Ballesteros, ejecutor de las obras de los Cuesta Gallardo) lograron sustraerse al monopolio extranjero en la materia, que prevaleció bajo la égida de la Guanajuato y Michoacán Power Company y otras denominaciones similares en prácticamente toda la cuenca, hasta la expropiación que realizara el presidente López Mateos.

³³ La presa de Poncitlán, sobre el río Santiago, se construyó para evitar que el lago se vaciara en tiempo de secas. Primero se hizo necesario cavar el lecho del Santiago en su boca en Ocotlán, lo cual ocasionó en 1897 una pérdida de agua nunca antes vista por los lugareños (el lago bajó a la cota 90.50). En varias ocasiones la cortina y la compuerta tuvieron que modificarse para evitar inundaciones, como la sucedida en 1904. (Sandoval Alatorre, 1994: 27).

³⁴ Coadyuvaron al desarrollo regional la llegada del ferrocarril en 1888, así como el telégrafo y el teléfono; éstos establecieron, gracias a la electricidad, la comunicación expedita entre los integrantes de la élite.

³⁵ Un estudio llegó a contar 262 manantiales (Romero Lankao, 1993: 91).

de pueblos indígenas que, asentados en las laderas y en varios islotes, practicaban la agricultura chinampera y aprovechaban la rica fauna y flora lacustres (Albores Zárate, 1995: 112 *ss*).

Existe noticia de una orden de desecación del gobierno español que data del año 1757; la empresa falló. Un siglo después, en 1857, los frailes carmelitas, instalados en la hacienda de San Nicolás Peralta, unían mediante dos calzadas o diques el camino que venía de México llegando a Amomolulco con el hasta entonces isleño pueblo de Lerma y, de allí, hasta Toluca, haciendo al norte y al sur dos lagunas.

Al tiempo que la construcción de bordos y vallados permitía enjutar y alargar las tierras agrícolas de las haciendas a costa de las superficies lacustres, las inundaciones veraniegas y otoñales alcanzaban peligrosamente las viviendas y los sembradíos. Algo logró remediar la iniciativa del ferviente liberal gobernador mexiquense Mariano Riva Palacio quien, con el apoyo de los hacendados y la renuencia de los comuneros indígenas, en 1870 giró instrucciones para cavar un tajo que desaguara las lagunas hacia el Lerma. El escaso desnivel en el escurrimiento del río, sin embargo, frustró la desecación, que sólo se lograría en el siguiente siglo.³⁶

³⁶ Albores Zárate (1995); Camacho Pichardo (1998); Boehm Schoendube y Sandoval Manzo (1999a). Las primeras dos autoras citan documentos mexiquenses de archivo. Los antecedentes del propósito de conducir el agua de Lerma hacia la ciudad de México son de fecha tan temprana como 1899 cuando, no obstante el afán constructivo porfiriano, se vio satisfecho con la afectación extracti-

Los antecedentes jurídicos de las obras de desecación del porfirato se remontan al siglo XVIII, cuando entran a gobernar en España los monarcas borbones, de inclinación liberal, cuyas reformas jurídicas y administrativas están bastante bien estudiadas. Pero fueron las reformas juaristas las que lograron eliminar en la cuenca del Lerma la tenencia corporativa de los comuneros indígenas, al privatizar sus tierras, lagunas y ciénagas para ponerlas en el mercado,³⁷ y fue la ley de aguas porfiriana de 1888 la que nacionalizó las vías de comunicación fluvial y lacustre y consumó la expropiación de estas superficies.

De manera paralela, continuó la hechura de grandes y pequeños bordos y derivaciones, iniciada en tiempos inmemoriales, a la que se debe la existencia de más de mil espejillos de agua en el paisaje, incluyendo los charcos sobrevivientes a las desecaciones.³⁸

va realizada en Xochimilco (Albores Zárate, 1995: 352; véase también Boehm Schoendube y Sandoval Manzo, 1999a).

³⁷ Al parecer, se dieron dos formas de privatización: el reparto de pequeñísimas parcelas a cada comunero y la venta forzada por deudas de extensiones mayores a los arrendatarios (Boehm Schoendube y Sandoval Manzo, 1999a; Sánchez Rodríguez, 1993). Posteriormente, sólo en zonas de alta densidad de población indígena, como el valle de Toluca y las estribaciones norteñas de la meseta purhépecha, los pueblos pudieron reinstituír la tenencia corporativa bajo la fórmula de comunidad agraria.

³⁸ Cabe mencionar que, en la mayoría de los pequeños, rara vez intervino la mano técnica profesional y que los cuantiosos logros han de atribuirse a la iniciativa y sabiduría populares.

NADIE ANTES QUE EL ESTADO
NACIONAL, DICE ÉSTE, HABÍA
ALMACENADO TANTA AGUA

El ingeniero Sandoval Alatorre (1994: 49) enumera, cronológicamente, las presas construidas en el sistema Lerma-Chapala que superan la capacidad de almacenamiento de tres millones de metros cúbicos.³⁹ A reserva de analizar en otra ocasión la información proporcionada por otras fuentes, su registro nos permite ahora contraponer la sustracción de agua producida por las desecaciones con la conservada mediante la construcción de nuevos almacenes.⁴⁰

Sólo menciona tres presas anteriores al porfirato: la de Yuriria, construida en 1580 y con capacidad para 226 Mm³, la de Jaral de Berrio de 1802 y la de Jalpa de Cánovas de 1852, cada una pudiendo almacenar 8 Mm³ de agua; las tres se encuentran en el estado de Guanajuato.

Entre los años 1898 y 1944 se construirían 12 presas, las más pequeñas con capacidad de 3 Mm³ y sólo la de Tepuxtepec (para planta hidroeléctrica) de 1931 — con capacidad de 370 Mm³ —

rebasando los 45 Mm³. Las 12 suman la capacidad de 547 Mm³.

Durante el porfirato comenzaron los fenómenos que alterarían los ciclos hidrológicos, más allá de los ámbitos locales y microregionales, al possibilitarse tecnológicamente el desalojo de agua de lagos y ciénagas con la bomba hidráulica y, al sumarse a la fuerza hidráulica, utilizada desde antes por la maquinaria de algunas fábricas (molinos y batanes), la requerida por la industria eléctrica. El agua que solían retener los vasos lacustres y palustres propició los desarrollos industriales y urbanos y, en menor medida, fue conducida hacia los riegos agrícolas. Los suelos desecados no siempre cumplieron las expectativas de prodigalidad de sus limos y tampoco contaron ya con el agua suficiente para ser regadas, por lo que una proporción variable de sus extensiones quedó para cultivos temporaleros. La presión de las bombas incrementó como nunca antes los ritmos de los escurrimientos y el desalojo del agua sucedió por vía de los ríos, tomando rumbo al océano Pacífico y sustrayendo la humedad a los ciclos hidrográficos regionales.

³⁹ La información proporcionada por Sandoval Alatorre es de las pocas que se encuentran cronológicamente sistematizadas; no hay que perder de vista su perspectiva de ingeniero jalisciense de la época de la irrigación postrevolucionaria y de construcción del Estado nacional.

⁴⁰ El sitio de muchas de las presas del listado coincide con el de un antiguo lago o pantano, por lo que resulta relativo el cálculo sobre las nuevas posibilidades de almacenamiento de agua. Nótese también que las cifras de volúmenes refieren la capacidad de los vasos y no a sus almacenamientos reales.

*Detonaciones tecnológicas y políticas
de la sequía*

Tomo como referencia cronológica la sequía 1945-1957, presumiendo que, hasta entonces, las políticas hidráulicas siguieron en parte las tendencias del porfirato, aunque suspendidas o retardadas por la revolución y la cristiada. La federación había tomado cierto control desde la época porfiriana, a través

de su Secretaría de Fomento y sus departamentos dedicados a los asuntos del agua, hasta que la Comisión Nacional de Irrigación, fundada en 1936, se encargara de la centralización administrativa en la materia, a la vez que el reparto agrario sacaba del escenario a los hacendados. Es probable que no se deba culpar tan sólo a la falta de lluvias que caracterizó a ese periodo de los giros en las políticas hidráulicas nacionales, cuya puesta en práctica se apreció, de manera notoria, en la cuenca Lerma-Chapala.

Antes de seguir adelante, expongo las cifras del ingeniero Sandoval Alatorre (1994: 49-50), las cuales permiten constatar la intensificación en el ritmo y en las cantidades de agua involucradas durante ese periodo seco. Fueron 27 las presas construidas entre 1945 y 1957, cinco de ellas con la capacidad mínima de 3 Mm³, pudiendo almacenar la de Solís, que data de 1949, los 800 Mm³. Según el autor, la cabida total de agua agregada a las anteriores sería de 969 Mm³.

La contribución de la presa Solís a la capacidad de almacenamiento de agua ciertamente eleva la cifra del total de manera tan pronunciada. Nótese, sin embargo, que en 12 años se habrían construido 12 presas más que en los 365 precedentes y que la capacidad total agregada sería mayor (781/969 Mm³).

La aceleración del ritmo y de la capacidad de los vasos y la misma construcción de la presa Solís fueron fenómenos concomitantes con la crecida demanda de agua de los centros urbanos —en especial las ciudades de México y Guadalajara— y de las condiciones políticas con respecto al vital líquido. Sabemos

que las reformas liberales juaristas y las medidas económicas porfirianas habían provocado ya un singular éxodo rural-urbano, en parte causante del crecimiento de las ciudades en aquellas épocas. Ya en el siglo xx la revolución y la cristiada provocaron lo mismo y la culminación se dio al desintegrarse las haciendas y al formarse los ejidos con un campesinado desprovisto de aperos y animales de trabajo para cultivar las tierras que había merecido.⁴¹

No será casual el hecho de que el año de 1950, a cuatro años de la creación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, apareciera la primera “ciudad perdida” y que se construyera el primer complejo multifamiliar en la ciudad de México, sólo un año después de que comenzara a fluir el agua por el acueducto que la transportó de los manantiales de Almoloya al bosque de Chapultepec. En los años subsiguientes, las captaciones del Sistema Lerma se prolongaron a toda la hilera de afloramientos desde el pie del Nevado de Toluca y a lo largo de la ladera de la Sierra de Las Cruces; a fin de aumentar los caudales se localizaron acuíferos abajo de los manantiales y se perforaron pozos que hasta 1970 permitieron trasvasar hasta 16 m³ por

⁴¹ A partir de 1946, con el programa bracero, la emigración rural se convierte en un fenómeno constante. Otro fenómeno menos estudiado es la tendencia a la vida urbana de un empresariado medio de los pueblos que, desplazadas sus manufacturas por la producción industrial y habiendo perdido sus propiedades agrogranaderas durante el embate agrarista, se instaló en las ciudades medias y urbanas.

segundo.⁴² Cabe agregar que a partir de 1940 comenzó la instalación del corredor industrial Lerma-Toluca y dos décadas después, la del Atlacomulco-Ixtlahuaca que, junto con el crecimiento poblacional de la zona, coadyuvaron a impactar en los sistemas de suministro de agua y drenaje. Salvo algunos charcos que en algo se recuperan en tiempos de lluvia, las lagunas de la cuna del Lerma desaparecieron.

En 1950 se instalaba también la refinería de petróleo de Salamanca, que dio impulso a la proliferación de industrias petroquímicas y al aumento demográfico en esta ciudad y en las circunvecinas, sobre todo en Celaya e Irapuato. Entretanto, despegaban La Piedad, Santa Ana Pacueco y Pénjamo como centros productores porcícolas, y León como fabricante de calzado; todos estos desarrollos generaban presiones para el abasto de agua y contribuían también a los cambios en el manejo de los residuos.

Volviendo los ojos hacia Guadalajara —que en el *interin* había estirado sus brazos mediante acueductos a todos los manantiales de sus alrededores y hasta una toma de agua del río Santiago en la presa Corona—, vemos que la sequía le ocasionaba problemas de suministro de agua y de energía eléctrica. Su población había aumentado a un cuarto de millón de habitantes.

⁴² La descripción detallada de las obras puede encontrarse en Albores Zárate, 1995; Boehm Schoendube y Sandoval Manzo, 1999a; Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, 1970; Funes Carballo, 1968; Perló, 1989; Romero Lankao, 1991, 1993.

En 1943 y 1945 se construyeron, aparentemente con propósitos de riego, en las márgenes del Santiago, las plantas de bombeo de El Fuerte y Cuitzeo en las cercanías de Ocotlán, a fin de aumentar los caudales en el río (Sandoval Alatorre 1981: 21).

Al mismo tiempo, se abatía el nivel del agua en el lago de Chapala y no alcanzaba a alimentar al río Santiago.

Los cortes en la barra del Santiago iniciados en 1916 por Ballesteros se habían profundizado y ampliado en 1935 a la cota 94.00 [...] pero el río presentaba algunas secciones hidráulicamente deficientes, especialmente con los bajos tirantes que originaban los decrecientes niveles del lago. Los primeros trabajos para hacer frente a la emergencia fueron los dragados en los vados El Salitre y San Miguel, cerca de Poncitlán. Se hicieron por González Chávez en 1947, formando ataguías de tierra, achicando el agua con motobombas de gasolina, barrenando a mano y dinamitando el cauce rocoso (Sandoval Alatorre, 1981: 26)

En 1947 dio inicio la obra de la planta de bombeo de Ocotlán en una isla en la confluencia de los ríos Zula y Santiago y, a principios del año siguiente, llegaron 15 bombas centrífugas horizontales con capacidad de 1500 litros por segundo cada una, surtidas por la compañía Worthington; una hazaña ingenieril singular fue la instalación de los motores que las echaran a andar.

Para entonces, la planta estaba en seco y fue necesario adquirir una draga, con todo y el *know how*, para operarla seguir abriendo la boca del Santiago y lograr una zanja lago adentro

de 11 kilómetros de largo. El canal de llamada hizo llegar el agua hasta la isla santiago-zuleña; he allí que

los umbrales de la planta y las bombas mismas quedaban demasiado altos para el nivel del agua. Fue necesario demoler la losa de 50 centímetros de concreto reforzado de los quince cárcamos, escavar dos metros y medio, reponer la losa a esta nueva profundidad, colar muros e instalar las succiones... [y] no había agua para más bombas al nivel con que se operaba (Sandoval Alatorre, 1981: 31).

Para 1952-53 las cotas del lago seguían a la baja y fue en ese año que se construyeron los 20 kilómetros del canal Ballesteros que, tomando agua de una presa edificada en la desembocadura del Lerma en Maltaraña,⁴³ realizaba un recorrido paralelo a las playas hacia Jamay y bordeaba por El Fuerte hasta confluír al río Zula; esto significó el corte de la entrada del agua del Lerma a Chapala, so pretexto de las pérdidas que allí sufría por la evaporación (Sandoval Alatorre, 1981: 34).⁴⁴

El mismo pretexto valió para autorizar, mediante decreto presidencial de Ruiz Cortines en 1952, el proyecto para

construir un nuevo dique de la isla de Petatán hasta El Fuerte, que llegaría a cercenar al lago otras 18 mil ha de superficie. Para esto, sin embargo, del propio seno de "la Chapala" y la Comisión Federal de Electricidad (creada en 1941) se había gestado un movimiento "ciudadano" bajo el nombre Comité Pro Defensa del Lago de Chapala (apoyado por el gobernador jalisciense José Guadalupe Zuno), que culpaba de contubernio a los ingenieros Orive Alba (titular de la Secretaría de Recursos Hidráulicos) y González Chávez (su representante en Jalisco) con el ex presidente Lázaro Cárdenas y el presidente Ruiz Cortines contra los intereses tapatíos. El dique se comenzó, pero no se concluyó (Boehm de Lameiras, 1987).

Gracias a los afanes del ingeniero Sandoval Alatorre se rescataron los antecedentes chapalicos que dieron origen a la Comisión de Estudio del Sistema Lerma-Chapala-Santiago,⁴⁵ instalada por Orive Alba en 1950, cuyo vocal ejecutivo fue González Chávez a partir de 1953. A la Comisión se encomendó la planeación centralizada de todas las

⁴³ Fue en Jalisco la primera presa con dentellón de tabla-estacado de acero (profundidad 12 metros) y se hizo de concreto reforzado (Sandoval Alatorre 1981: 35).

⁴⁴ En 1958, cuando se recuperaron los niveles del lago de Chapala, las bombas de Ocotlán quedaron abandonadas. En 1978 se reanudó el descenso del agua y en 1982, cuando el SIAPA-Guadalajara recibe de la CFE la planta en comodato, al querer volverlas a echar a andar, estaban desmantelados y saqueados las bombas y los motores (Sandoval Alatorre, 1994: 9).

⁴⁵ Presidió el director de Aprovechamientos Hidráulicos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), Antonio Rodríguez Langone, a los representantes del Distrito Federal y de los gobernadores de los estados de México, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Nayarit (los ausentes fueron Querétaro, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas y Durango), nombramientos que recaeron en las autoridades hidráulicas estatales, o sea, en funcionarios de la propia SRH, además de las posiciones de asesoría técnica (Además de las publicaciones de la propia Comisión, véase Sandoval Alatorre, 1981: 31-32).

obras relativas a la región Chapala-Santiago-Guadalajara y fue ella la que procuró la construcción del canal Ballesteros y recomendó mayores inversiones para aumentar la potencia del bombeo en Ocotlán, ya no sólo para garantizar el suministro eléctrico, sino también el agua potable a Guadalajara a partir de 1952.

Pero en el otro extremo también hubo reclamos de los pueblos que perdían sus manantiales a costa de los sedientos capitalinos, cuya presión había influido en la creación de la Comisión, entre cuyas principales funciones estuvieron los estudios encaminados al desarrollo local y regional a lo largo de toda la cuenca. Durante algunos años, la Comisión se dedicó a proponer soluciones pragmáticas para atender las necesidades de agua de los pueblos despojados y la Secretaría a ejecutarlas, hasta que en 1963 se constituyó el Plan Lerma-Asistencia Técnica, con facultades ejecutivas. Veremos estas acciones en el próximo capítulo.

Destacan entre las proezas hidráulicas del tiempo de la sequía, las extracciones de agua del alto Lerma para la ciudad de México y de Chapala para Guadalajara. De entonces a la fecha es constante la salida de entre 20 y 30 m³/s del sistema hidrográfico, por una parte hacia la cuenca de México y a través de sus drenajes hacia la del Tula-Pánuco y, por la otra, hacia el corredor industrial de El Salto, a lo largo del alto río Santiago y la zona metropolitana de Guadalajara, drenando el propio Santiago los residuos hacia la presa de Aguamilpa y, de allí, a las llanuras nayaritas y al océano Pacífico. El cálculo

conservador de 20 m³/s arroja al año la cantidad de 9500 Mm³; y el más probable, de alrededor de 30 m³/s, la de 14250 Mm³, es decir, entre 5.4 y 8.14 veces más que la capacidad total de agua almacenable en las presas construidas.

El Estado y su gran acción hidráulica

Una vez superada la sequía con las lluvias abundantes del año 1958 y liberadas las autoridades hidráulicas de las medidas pragmáticas obligadas por la crisis en el abasto de agua y energía eléctrica, los logros hidráulicos fueron distintos en tres índoles, pero de alguna manera relacionados: 1. los relativos a las obras y operaciones de los distritos de riego a gran escala, destinados a satisfacer las necesidades de agua para la agricultura de los ejidatarios, entre los cuales siempre existieron los pequeños propietarios; 2. los concernientes a los sistemas de riego de pequeña escala (con manejos hidráulicos menos complejos), cuyos usuarios fueron mayoritariamente pequeños propietarios, pero también algunos ejidos, y 3. la instalación de sistemas de agua potable y drenaje en todos los pueblos y ranchos de la región.

Las inversiones fueron cuantiosas, sobre todo, en los rubros primero y tercero; sus antecedentes inmediatos se encuentran en las extracciones de agua para las ciudades parcialmente obligadas por la sequía. En el primero, además de la construcción de nuevas presas, el avance tecnológico permitió, sobre todo a partir de la década de los cincuenta, la sustitución gradual de los materiales

de los muros de contención y bordos, que eran de tierra, piedra y madera, por paredes y revestimientos de cemento y concreto, con las evidentes “ventajas” de la mayor durabilidad y el impedimento de “pérdidas” de agua por infiltración al suelo. Cuando fue posible, los mismos materiales permitieron la conducción a través de ductos cerrados —tuberías o canales tapados con lajas—, con la “ventaja” adicional de evitar la evaporación (Aboites Aguilar, 1998). La posibilidad de la construcción de las grandes presas también obedeció a los avances en materia de mecánica de suelos, tanto para la indagación de las condiciones de las rocas sobre las que se erigían las cortinas y bordos, como para los cálculos de resistencia de los materiales y la ingeniería de las obras.

El minifundismo provocado por la reforma agraria obligó a hacer ciertos ajustes a los antiguos sistemas hidráulicos y a la ejecución de nuevas obras. En los distritos de riego quedaron plasmadas las interconexiones entre diversas fuentes de agua, permitiendo una distribución a mayor escala como, por ejemplo, en el número 011 Alto Lerma, el 020^a Morelia-Queréndaro, el 087 Rosario-Mesquite, que se extiende desde cerca de Angamacutiro hasta Yurécuaro, el 024 Ciénega de Chapala y el impresionante 043 recientemente encabezado, por la presa de Aguamilpa, que abarca partes de los estados de Jalisco y Nayarit. La centralización hidráulica resuelve técnicamente el transporte de agua de una subcuenca a la otra y permite garantizar mejor los suministros, pero la concentración de poder en las autoridades hidráulicas

frecuentemente impidió la atención efectiva de las necesidades de los regantes. El seguimiento histórico al rumbo de los desvíos apuntaría, probablemente, al señalamiento de que la misma centralidad tecnológica hizo posible dirigirlos recurrentemente a los más favorecidos en las ciudades, pero también en el campo.

Existen ya varios estudios que revelan la desigual distribución del agua en las ciudades.⁴⁶ Aquí apuntaré que, en el campo, en el tablero del reparto ejidal, también se fue gestando un reacomodo que atañe no sólo al acceso y tenencia de la tierra, sino también al agua. La estratificación ejidal se aprecia de arriba para abajo en la concentración de las inversiones gubernamentalmente apoyadas para las tierras más cercanas a las tomas de agua en los canales, con cultivos de altos rendimientos, como hortalizas y forrajes (generalmente en manos de la cúpula ejidal), así como en la concesión de autorizaciones para la perforación de pozos. Entretanto, la agricultura cerealera se localizó en las tierras más apartadas, con suministros de agua más exiguos e inciertos, volviéndose cada vez más extensiva y temporalera.

Algunas de las presas construidas sirvieron para acelerar el descenso del agua para la generación de energía eléctrica; también las caídas de agua naturales fueron aprovechadas con este fin. La disponibilidad de la electricidad,

⁴⁶ Véanse, por ejemplo, Bennett (1996) para Monterrey, y Libreros (2000) para la ciudad de México.

junto con la de la gasolina, el gas y el petróleo, hicieron obsoletas, con el tiempo, las instalaciones industriales cuyas maquinarias eran movidas por la fuerza del agua: las fábricas textiles, los trapiches y las harineras, sobre todo. La electricidad, la gasolina y el petróleo pusieron a trabajar las bombas y con ellas intensificaron, de manera inusitada, los ritmos de extracción y escurrimiento del agua.

Cabe aquí insertar el número y las capacidades de las presas construidas en la región entre 1958 y 1980, según datos proporcionados por Sandoval Alatorre⁴⁷ (1994: 50-51). La elección de la segunda fecha es algo más arbitraria; intenta marcar el fin de la política hidráulica "nacionalista" —cuya concepción habría que revisar, puesto que favoreció notablemente el desarrollo en México de las empresas transnacionales y se financió desde el exterior— y el inicio de la que corre bajo el calificativo de "neoliberal", cuyo arranque explícito sucede en el sexenio del presidente De la Madrid (1992-1998), pero que comienza a precisarse en la gestión de López Portillo (1986-1992).

Fueron 45 las presas construidas en el periodo siete pequeñas, con capacidad para 3 Mm³ cada una. Entre las grandes están la Ignacio Allende (251 Mm³), destinada al abasto de la ciudad de San Miguel Allende, Guanajuato, y causante de la carencia de agua en el bajo Laja; la Rosario (200 Mm³), que recoge las aguas del río Angulo, proveniente de la

antigua ciénega de Zacapu, y que encabeza el distrito de riego número 087, y la sobreelevación a la cortina de la de Tepuztepec (215 Mm³). El total de la capacidad de almacenamiento agregada en el periodo sería de 1261 Mm³.

La intención de gran irrigación se aprecia, sobre todo, en la construcción de la presa Solís, cuya capacidad de almacenamiento estuvo diseñada para regar las parcelas de los ejidatarios dotados en 116 mil ha de terreno localizadas aguas abajo. Al efecto, fue necesaria la desaparición de los sistemas de "cajas de agua", que desde la época colonial habían humedecido la tierra para los cultivos cerealeros del Bajío y que aprovechaban las "aguas broncas" de las estaciones lluviosas anuales, es decir, retenían su escurrimiento y salida del sistema hidrográfico.

El argumento del autor que nos proporciona esta lista distingue el considerable incremento en las capacidades de almacenamiento de agua logrado en este periodo en la región de la cuenca; no ha de imputarse a la negligencia gubernamental, entonces, la dramática escasez de agua perceptible en los niveles del lago de Chapala desde 1978 y, sobre todo, a partir de 1989. En sentido estricto, habría que restar el agua extraída por las desecaciones históricas y por los desvíos hacia las ciudades de México y Guadalajara, así como la diferencia entre la suma de las capacidades a plenitud de los embalses y sus almacenamientos reales.

Entretanto, se impone considerar lo sucedido al mismo tiempo de las grandes obras hidráulicas en los pueblos y ranchos en toda la cuenca. Habiendo

⁴⁷ La última presa registrada data de 1978 (Sandoval Alatorre, 1994: 50-51).

comenzado sus actividades la Comisión de Estudio del Sistema Lerma-Chapala-Santiago en 1950, sus intenciones se revelan en el gran número de proyectos de desarrollo local elaborados por sus investigadores: el compensar la pérdida de agua de los pobladores rurales en la región a costa de las ciudades y el ofrecerles posibilidades alternas de subsistencia a través de pequeñas y medianas empresas productivas ligadas a los recursos específicos de su entorno.⁴⁸

En la práctica, prevaleció esa compensación no siempre equivalente a lo perdido, acompañada del discurso gubernamental populista que relativamente pudo acallar las protestas y mantener la clientela política de la mayoría de los afectados.⁴⁹

La solución tecnológica instrumentada para el abasto de agua a los pueblos fue siempre la misma: la construcción de pozos profundos y la instalación del equipo para bombear el líquido a un

tanque elevado,⁵⁰ desde el cual se distribuye por gravedad a través de tuberías a los aljibes y tinacos domésticos, industriales y de servicios.

La introducción del agua potable transformó radicalmente la "cultura del agua" de los habitantes rurales. Los pequeños y poco profundos pozos artesianos con su brocal, su arco y su polea quedaron en desuso, así como en el olvido quedó el baño, la lavada de ropa y trastes a *jicarazos*, al igual que los retretes que permitían fertilizar los huertos y solares. Con el lavabo, el excusado, la regadera, el fregadero y la lavadora conectados a la llave de agua hicieron aparición simultánea los detergentes y demás productos de la química industrial para el aseo, al tiempo que también cobraron estatuto de necesidad los sistemas de drenaje.

Al parecer, a nadie se le ocurrió entonces instalar a la vez las consignas tecnológicas que permitieran el rescate de residuos reutilizables y reciclables y el aislamiento de los no biodegradables. El caso es que el mal de la ciudad se trasladó y difundió a todo lo largo y ancho del campo, a saber, la disponibilidad de agua mayor a la necesidad y la facilidad de usarla y desperdiciarla, la dependencia de cada vez más energía para el funcionamiento de los sistemas y la concentración y mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos en los drenajes.⁵¹

⁴⁸ Aunque han sufrido el saqueo los archivos de la Comisión y el Plan Lerma, aún se conservan muchos de esos proyectos en el acervo que guarda, ahora inconsultable, la Comisión Estatal del Agua de Jalisco. Véase también el espíritu del *Atlas* publicado por la Comisión en 1960-61.

⁴⁹ La afectación directa a los pueblos ubicados en la zona de altos manantiales del Lerma y en las lagunas del mismo nombre desencadenó una serie de convenios entre cada uno de ellos, el Departamento del Distrito Federal y el gobierno del Estado de México, en los que las autoridades se comprometían a dotarlos de agua potable y drenaje y de otros servicios, como escuelas y centros de salud, que se publicaron en el *Diario Oficial de la Federación* en los años subsiguientes a la construcción del acueducto dirigido a la ciudad de México.

⁵⁰ A veces construido de mampostería en el cerro más cercano, a veces encumbrado el tinaco de metal o asbesto, y ahora de plástico, sobre una estructura de fierro.

⁵¹ Por su concentración el sol, la lluvia y el aire no alcanzan a biodegradar los residuos orgánicos;

La proliferación de los sistemas de agua potable, no sólo en los pueblos y ranchos directamente perjudicados, sino en cada uno de ellos, hasta los más apartados, no tardó en agotar los acuíferos y mantos freáticos cercanos a la superficie y los pozos tuvieron que hacerse cada vez más profundos, sin poderse evitar que el suministro fuera cada vez más caro, irregular y escaso.⁵² Una vez echado a andar el círculo vicioso, no parece haber quien lo frene.

Otra índole de logros tecnológicos es la relativa a la ejecución de las obras pequeñas para usos agrícolas y pecuarios, que no siempre deben su tamaño menudo al monto de las inversiones, sino al número reducido de miembros de sus grupos de usuarios. Estas obras son de muy diferente condición y no me detendré en la descripción pormenorizada de todas sus variantes. Hay las que representan una continuidad a las de los periodos más antiguos, ya que no se empleó en ellas maquinaria pesada; éstas se encuentran en las zonas rancheras de ganadería extensiva y producción maicera de las laderas cerriles y en alguna pequeña comunidad aislada. Algunas de escala algo mayor y considerable antigüedad no alcanzaron categoría de distrito de riego y

siguieron operando sin mucha intervención gubernamental. Estos dos tipos, sin embargo, al resentir también la escasez de agua superficial, comenzaron a echar mano de la del subsuelo mediante la perforación de pozos cada vez más profundos y bombas más potentes.

Otro tipo más sucedió en el propio territorio de los distritos de riego, donde el agua no alcanzó para satisfacer las necesidades de todos los ejidatarios y pequeños propietarios, sobre todo cuando los presupuestos no previnieron los gastos de mantenimiento y operación de los sistemas de presas, canales y bombas, y cuando las corrientes y los vasos de agua se convirtieron en receptores de los drenajes urbanos y rurales. La disponibilidad de crédito o capital propio y las relaciones con las autoridades ejidales e hidráulicas permitieron a la minoría acceder a la misma solución: la perforación de pozos y su equipamiento con la respectiva bomba para el servicio de las tierras de un solo propietario o de un pequeño grupo de ejidatarios en cada caso, que, paulatinamente intensificando el ritmo desde la década de los cincuenta, dibujó en el paisaje agrícola una geografía de riego distinta a la de los sistemas de presas y canales. Las autoridades hidráulicas tampoco pudieron o quisieron impedir que la organización campesina clientelar se revirtiera en presiones sistémicas demandantes de crédito y de permisos, para la instalación de pozos. No es de extrañar, por tanto, que la información sobre el número, la profundidad y la capacidad de los ductos y el bombeo se guarde con celo. De manera indirecta se puede saber que alcanzan

la mezcla con residuos no orgánicos no permite su reutilización como fertilizantes, aunque de hecho abundan los riegos con aguas negras. Los productos de la petroquímica mexicana, además, no destacan por su calidad.

⁵² En las áreas rurales de la cuenca los "tanques" son cotidianos; es común que salga agua de la llave sólo una o dos veces a la semana durante pocas horas.

las cifras de decenas de miles en cada estado partícipe en la cuenca.⁵³

Para terminar este apartado, sólo falta recalcar que los antiguos ríos, lagos, lagunas y ciénagas (incluyendo al propio río Lerma y al lago de Chapala) fueron convertidos en lechos depositarios de los drenajes.

La tecnología hidráulica del neoliberalismo

No ha habido más construcción de presas desde el año 1978. Sin embargo, sí se ejecutaron obras públicas: la construcción de los acueductos del Sistema Cutzamala, para conducir más agua a la zona metropolitana capitalina, con un ramal para la ciudad de Toluca, y la del acueducto y la planta de bombeo para llevar el líquido del lago de Chapala desde San Nicolás de Ibarra a Guadalajara.

Con la creación de la Comisión Nacional del Agua en 1989 se introdujeron cambios en las políticas hidráulicas, consistentes, sobre todo, en una mayor centralización en el manejo de los distritos de riego. Con la promulgación de la Ley de Aguas Nacionales en 1992 y su Reglamento en 1994, se instrumentó la sesión de la responsabilidad del mantenimiento y funcionamiento de los sistemas de presas y canales a los usuarios, que “se podrán constituir en alguna de las personas morales reconocidas

en la legislación vigente” (*Reglamento*, cap. IV, art. 18). Bajo el estricto control de la Comisión Nacional del Agua (CNA), las organizaciones de usuarios se constituyeron homogéneamente en módulos de riego o comités técnicos de aguas subterráneas (Cotas), que indefectiblemente están encabezados por los agricultores, tanto ejidatarios como propietarios, con mayores posibilidades de inversión en tecnología industrial y con mejor acceso al agua.⁵⁴

El apoyo gubernamental a los productores de hortalizas y frutas de exportación, antes velado por el discurso populista, se volvió explícito y decidido frente a la merma de los créditos destinados al cultivo de cereales. Los paquetes tecnológicos de la producción hortícola y frutícola para los mercados internacionales están diseñados para homogenizar forma, consistencia y sabor de los frutos, aumentar los volúmenes de las cosechas por hectárea y cumplir con las normas de sanidad de esos países. Ante el panorama de la contaminación de las aguas superficiales, estos cultivos echan mano de las subterráneas mediante el bombeo en pozos, acompañado de sistemas presurizados de riego por goteo y aspersión de alto consumo energético. El mismo panorama del abandono de presas, canales y acueductos y de obsolescencia de las redes urbanas provoca la intensificación

⁵³ En su página www.cna.gob.mx la CNA ofrece información sobre pozos registrados, que no incluye los que se consideran clandestinos y que elevan considerablemente las cifras.

⁵⁴ La figura es la de los Consejos Técnicos del Agua (Cotas), previstos en la Ley de Aguas Estatal de 2000. El estado de Guanajuato maneja una normatividad y reglamentación propias y distintas a la de la CNA (<http://www/ceasg.gto.gob.mx/>).

de la perforación de pozos para los asentamientos humanos y las industrias.

Sólo los registros de derechos reconocidos de pozos publicados por la CNA⁵⁵ arrojan cifras elevadas sobre las perforaciones existentes y los volúmenes concedidos para succionar agua del subsuelo, aun en las zonas de veda. El abatimiento de los niveles freáticos se aprecia recurrentemente en la necesidad de los regantes de profundizar casi cada año las perforaciones y de aumentar la potencia del bombeo, así como en la cantidad de pozos abandonados por no alcanzar agua.⁵⁶

Con la creación de los consejos de Cuenca (en el del Lerma-Chapala no participan las ciudades de México y Guadalajara) se dio el fenómeno de la legitimación social de la culpabilidad de la agricultura como causante de la escasez y de las presiones a los agricultores cerealeros para imponerles cultivos de poca demanda de agua, a saber, el cambio de las siembras de trigo por las de cebada en el ciclo de invierno 2001-2002, particularmente en Guanajuato. Los cultivadores de hortalizas y frutas, como utilizan sistemas que supuestamente ahorran agua, no sufren presión alguna; por el contrario, son sujetos de crédito y reciben subsidios. No es de extrañar que éstos, grandes y pequeños, se encuentren supeditados a las redes de acopio y mercantilización de las grandes empresas transnaciona-

les que, desde antes, habían sido favorecidas por las políticas agroagrícolas e hidráulicas.⁵⁷

COMENTARIOS FINALES

Actualmente, la mayoría de los flaman-tes recipientes y ductos están vacíos de agua, azolvados y repletos de basura; la minoría, en buen funcionamiento y mantenimiento proporcionado por sus privilegiados usuarios. Las campañas contra algún sistema antiguo y “tradicional”, como las cajas de agua o los entarquinados generalizados en la región —con altos índices de infiltración y evaporación—, fueron sistemáticas y tenaces, aunque no siempre exitosas.

Un hecho no imputable de manera directa a la tecnología hidráulica, pero sí a la disponibilidad de electricidad y derivados del petróleo (además de otros factores obvios de la aceleración económica inherente al modelo de desarrollo), es la intensificación lograda a través de la maquinaria en el corte de árboles y, concomitantemente, en la aceleración de los ritmos de desaparición de los bosques. Lo traigo a colación, porque este hecho también trastocó los ritmos del agua, en este caso la de la lluvia, que al tocar las laderas de las montañas no es retenida por la vegetación —que a su vez coadyuva a la infiltración y a

⁵⁵ [Http://sgaa.cna.gob.mx/repda/bienvenidos.htm](http://sgaa.cna.gob.mx/repda/bienvenidos.htm).

⁵⁶ Véanse, entre otros, Vargas Velázquez (2000) y Dyrnes (2001).

⁵⁷ Véanse las ponencias presentadas en la II Conferencia de la Red de Investigación Socio-económica sobre Frutas, Hortalizas y Flores. La interdependencia de la agricultura de México y Estados Unidos, Guadalajara, 18-19 de noviembre de 2000.

la conservación de la humedad en el ambiente. La erosión de las laderas y el consecuente azolve en los vasos de almacenamiento, en los arroyos, ríos y en las redes de canales, son evidentes; más imperceptibles son los efectos de la pérdida de humedad en los regímenes pluviales y, a la larga, sumada a la de otras regiones con historias similares, en el comportamiento climático global.⁵⁸

Otro de los efectos —de esos que quizá figuran en la lista de los perversos— de las grandes obras hidráulicas y de otras cuantiosas inversiones en aras del desarrollo consistió en que la población rural comenzó a emigrar de manera masiva a las ciudades. Desde tiempos prehispánicos y coloniales consta la construcción de acueductos para el abastecimiento urbano a partir de arroyos, ríos y manantiales y, eventualmente, pozos. Pero desde finales del siglo XIX el aceleramiento en los ritmos de crecimiento de las ciudades alcanzó velocidades inéditas, a la vez que en los pueblos y ranchos fueron quedando sólo ancianos, mujeres, niños y casas deshabitadas.

Hacia mediados del siglo XX comenzaron las obras de construcción de los acueductos que conducen el agua de

los manantiales del alto Lerma al valle de México y la de Chapala a Guadalajara, sin mencionar los de Toluca, Ixtlahuaca y Atlacomulco, dirigidos a las ciudades del Bajío guanajuatense, michoacano y jalisciense y a otras situadas en partes altas, como Guanajuato, San Miguel de Allende y Morelia, o a Tepic aguas abajo del Santiago. Tal fue y sigue siendo el crecimiento de las ciudades, que ya no fue suficiente el agua superficial y subterránea de sus alrededores, tampoco la de los manantiales y corrientes más lejanos y aun de otras cuencas, que a partir de 1960 se hizo notable el aceleramiento en el ritmo de perforación de pozos cada vez más profundos.

Cuando los campesinos y demás habitantes de las zonas rurales no optaron por la vía silenciosa de la emigración, pero manifestaron su protesta por la pérdida de agua y de valor de su trabajo, a veces de manera no tan pacífica; las autoridades gubernamentales, violando las vedas, promovieron amplios programas de dotación de agua para riego y usos domésticos, así como de drenaje, que alcanzaron hasta los ranchos más apartados. Como para entonces —las décadas de los cincuenta a los ochenta— las aguas superficiales estaban mermadas o contaminadas, se perforaron pozos y se bombeó el líquido a los tanques elevados y, de allí, por tuberías, a los tinacos de cada hogar, fábrica, taller, escuela u hospital. Por doquier en las zonas agrícolas se observan también las casetillas que guardan las bombas, al lado del poste que surte la electricidad.

No acabaría yo nunca este ensayo con el recuento de los profundos cambios en

⁵⁸ Una manera de aprovechar y darles utilidad a las aguas torrenciales o broncas, que hoy día provocan inundaciones de difícil control, era precisamente el de las cajas de agua. La pérdida de suelos y vegetación por erosión en las laderas disminuye también las posibilidades de regeneración de suelos para los cultivos de temporal. No he visto que esos volúmenes de agua desaprovechados y las variaciones en los rendimientos agrícolas temporales sean contabilizados en los argumentos.

la cultura material que tiene que ver con el agua, cuyas repercusiones han de verse también en otros aspectos de la cultura y en el comportamiento del agua misma. Aunque no siempre sea cierto que al abrir una llave sale agua (particularmente en colonias y barrios pobres, rurales y urbanos), no son de despreciar los aceleramientos en el correr del líquido con regaderas, lavabos, fregaderos, excusados y demás consignas que no dependen más del *jicarazo*, así como los observables en los índices del uso de energía, tanto en la agricultura como en los usos domésticos, industriales y ciudadanos. Un cambio cultural de no poca envergadura e indicativo de la eficiencia del procuramiento de agua potable se manifiesta en el consumo de refrescos y agua embotellada.

Al volver la mirada a los drenajes, son observables los resultados de los esfuerzos ingenieriles en la prolífica instalación de ductos que, indefectiblemente, abortan en los arroyos, ríos, lagos e, incluso, presas y canales de riego.

Es apenas en las dos décadas más recientes que comienzan a hacer su aparición las plantas tratadoras y sedimentadoras, sin llegar a reemplazar a lagos, presas y otros charcos en esta función y sin contribuir más que con soluciones muy parciales. Las preocupaciones porque los volúmenes de agua disponible sean aprovechables por tantas poblaciones que sufren su carencia, deberían percatarse, quizá, de la suma de metros cúbicos de agua de lluvia que se agrega a los drenajes sin consigna alguna para desviarla, captar-

la y almacenarla antes de contaminarla. La ausencia de estas consignas contrasta frente a las visibles obras de conducción y purificación de agua dirigida a los centros urbanos.

El desarrollo en el futuro próximo parece cierto: desde todos los ámbitos gozarán de privilegios las tendencias a concentrar el acceso al agua en las ciudades, las industrias y la agricultura tecnificada de exportación, que son los sectores que causaron y siguen causando la deshidratación de la cuenca, el deterioro de los sistemas de presas y canales y la contaminación de los acuíferos superficiales y subterráneos. Las tendencias sólo podrán ser frenadas cuando se hayan agotado las reservas del subsuelo o cuando las presiones sociales de los muchos perdedores en esta historia rebasen la capacidad de control del Estado y el mercado globales.

BIBLIOGRAFÍA

- ABOITES AGUILAR, Luis (1998), *El agua de la Nación*, México, CIESAS/Archivo Histórico del Agua.
- ALBORES ZARATE, Beatriz (1995), *Tules y sirenas. El impacto ecológico y cultural de la industrialización en el Alto Lerma*, Zinacantepec, El Colegio Mexiquense/Gobierno del Estado de México.
- ARANA CERVANTES, Marco (2001), "En los últimos 27 años pierde 300 kilómetros cuadrados de superficie el lago de Chapala", *El Informador*, 18 de enero de 2001, Guadalajara, pp. 1, 5.
- AQUASTAT (2002), "Information System on Water in Agriculture (FAO)", <http://www.fao.org/ag/AGL/aglw/aquastatweb/regions/html/regions.htm>, 14/01.

- BASALENQUE, Diego (1963), *Historia de la Provincia de San Nicolás de Tolentino de Michoacán del Orden de N.P.S. Agustín*, México, Editorial Jus.
- BENNETT, Vivienne (1996), *The Politics of Water. Urban Protest, Gender, and Power in Monterrey, Mexico*, Pittsburgh, The University of Pittsburgh Press.
- BIRRICHA GARDIDA, Diana (1998), "Las empresas de agua potable en México (1887-1930)", en Blanca Estela Suárez Cortez (coord.), *Historia de los usos del agua en México. Oligarquías, empresas y ayuntamientos (1840-1940)*, México, CNA/IMTA/CIESAS.
- BOEHM DE LAMEIRAS, Brigitte (1987), "La problemática agrohidráulica del lago de Chapala y su región", *El Colegio de Jalisco, Encuentro*, vol. I, núm. 1, pp. 101-119.
- (1990), "Arrendatarios y prestamistas en la Ciénega de Chapala durante el porfiriato", *Relaciones*, vol. XI, núm. 43, pp. 7-37.
- (1994), "La desecación de la Ciénega de Chapala y las comunidades indígenas: el triunfo de la modernización en la Ciénega de Chapala, Michoacán", en Carmen Viqueira Landa y Lidia Torre Medina Mora (eds.), *Sistemas hidráulicos, modernización de la agricultura y migración*, Zinacantepec, El Colegio Mexiquense/UIA, pp. 339-384.
- (1998a), "Características hidrológicas e historia hidráulica de la Ciénega de Chapala", Patricia Ávila (edit.), *Los problemas del agua en Michoacán*, Zamora, El Colegio de Michoacán, Comisión Nacional del Agua, en prensa.
- (1998b), "Escasez de agua, tecnología, política, mercado y paisaje en la cuenca de Chapala, Jalisco y Michoacán, México", Scott Whiteford (edit.), *Conflict-ing Agendas in Resource Management in México*, East Lansing, Michigan State University, en prensa.
- (1999b), "La transformación cultural del un paisaje palustre: tiempos largos en la Ciénega de Chapala", *Estudios del Hombre. Historia y antropología del occidente de México. Homenaje a Heriberto Moreno García*, núm. 10, pp. 81-123.
- BOEHM DE LAMEIRAS, Brigitte y Margarita SANDOVAL MANZO (1999a), "La sed saciada de la ciudad de México y la nueva cuenca Lerma-Chapala- Santiago", *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, vol. XX, núm. 80, pp.15-68.
- BOEHM SCHOENUBE, Brigitte (2002), "The Early History of a River", en International Water History Association, *Water in History and Development*, vol. II, *History of Water Control and River Biographies*, Bergen, Noruega, International Water History Association, en prensa.
- BRADING, David A. (1978), *Haciendas and Ranchos in the Mexican Bajío. Leon 1700-1860*, Cambridge, Cambridge University Press.
- CAMACHO PICHARDO, Gloria (1998), *Agua y liberalismo: el proyecto estatal de desecación de las lagunas del Alto Lerma 1850-1875*, México, CIESAS, en prensa.
- CÁRDENAS, Efraín (1999), *El Bajío en el clásico: análisis regional y organización política*, Zamora, El Colegio de Michoacán.
- CAROT, Patricia y Marie-France FAUVET-BERTHELOT (1996), "La monumentalidad del sitio Loma Alta, Michoacán, revelada por métodos de prospección geofísica", en Eduardo Williams y Phil C. Weigand (eds.), *Las cuencas del Occidente de México (época prehispánica)*, Zamora, El Colegio de Michoacán/ORSTOM/CEMCA.
- COMISIÓN DE ESTUDIO DEL SISTEMA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO, (1960-1961), *Atlas general de la cuenca*, México, Secretaría de Recursos Hidráulicos.

- COMISIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO (1970), *Los acuíferos del Alto Lerma*, México, Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA) (2002), *Diagnóstico y lineamientos región Lerma-Chapala*, México, CNA (disco compacto de circulación interna).
- (2001), "Región Lerma-Santiago, El recurso hidráulico", <http://www.redagua-lsp.org.mx/esp01/cuenca/cuenca.htm>.
- (1997), "Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento", *Diario Oficial de la Federación*, 01/12/1992 y 12/01/1994.
- DONKIN, R. A. (1979), *Agricultural Terracing in the Aboriginal New World*, Tucson, The Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research/The University of Arizona Press.
- DURÁN JUÁREZ, Juan Manuel y Alicia TORRES RODRÍGUEZ (2002), "Abastecimiento y distribución del agua en la Zona Metropolitana de Guadalajara", ponencia presentada en el *II Encuentro de investigadores del agua en la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago*, Chapala, 7 a 10 de octubre de 2002.
- DYRNES, Gro Volckmar (2001), "Who owns the Water? A Case Study of Property Rights and Reallocation of Groundwater from the Valley of Ixtlahuaca to Mexico City, México", tesis inédita, Noruega, Agricultural University of Norway.
- FAO (2000), *The State of Food Insecurity in the World (SOFI 2000)*, <http://www.fao.org/NEWS?2000/001002-e.htm> (octubre 2000).
- FUNES CARBALLO, Luis Ignacio (1968), "Introducción al estudio de la cuenca Lerma Chapala Santiago", tesis de licenciatura, México, UNAM/Facultad de Filosofía y Letras.
- GÓMEZ SUSTAITA, Guillermo (2001), "El agua nuestra de cada día. Crónica de la sed", *Ocho Columnas, Suplemento*, 6 de abril, pp. 2-3.
- KLOEZEN, Wlim H. (2000), *Vialidad de los arreglos institucionales para el riego después de la transferencia del manejo en el Distrito de Riego Alto Río Lerma, México*, México, Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI).
- LEVINE, Gilbert y Carlos GARCÉS-RESTREPO (1999), *El desempeño de los sistemas de riego y sus implicaciones para la agricultura de riego mexicana*, México, Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI).
- LIBREROS, Vladimir (2000), "Los sistemas de distribución del agua en la ciudad de México", tesis de maestría, México, CLACSO.
- MADEREY RASCÓN, Laura Elena y Arturo JIMÉNEZ ROMÁN (2001), "Alteración del ciclo hidrológico en la parte baja de la cuenca alta del río Lerma por la transferencia de agua a la Ciudad de México", *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM*, núm. 45, pp. 24-38.
- MICHELET, Dominique (coord.) (1992), *El proyecto Michoacán 1983-1987: medio ambiente e introducción de los trabajos arqueológicos*, México, Centre D'Etudes Mexicaines et Centroaméricaines.
- MORENO GARCÍA, Heriberto (1988), *Geografía y paisaje de la antigua Ciénega de Chapala*, Morelia, Instituto Michoacano de Cultura.
- MUSSET, Alain (1992), *El agua en el valle de México: siglos XVI-XVIII*, México, Pórtico de la Ciudad de México/CEMCA.
- PERLÓ, Manuel (1989), *Historia de las obras, planes, y problemas hidráulicos en el Distrito Federal*, México, UNAM.
- REVENGA, Carmen, Jake BRUNNER, Norbert HENNINGER, Ken KASSEMEYER y Richard PAYNE (2001), *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems*, http://www.wri.org/wr2000/pdf/page_freshwater_quantity.pdf

- ROMERO LANKAO, Patricia (1991), "Historia de las obras de abastecimiento de agua y drenaje de la ciudad de México y de su impacto socioambiental", tesis de maestría, México, UNAM/Facultad de Ciencias Políticas y Sociales.
- (1993), *Impacto socioambiental, en Xochimilco y Lerma, de las obras de abastecimiento de la ciudad de México*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- SANCHEZ RODRIGUEZ, Martín (1993), "El ascenso de un arrendatario. La desamortización de bienes indígenas en una comunidad michoacana", en Sergio Zendejas (coord.), *Estudios michoacanos IV*, Zamora, El Colegio de Michoacán, pp. 91-116.
- (2001), *De la autonomía a la subordinación. Riego, organización social y administración de recursos hidráulicos en la cuenca del Laja, Guanajuato. 1568-1917*, Zamora, El Colegio de Michoacán/El Colegio de México.
- SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, Martín y Brigitte BOEHM SCHOENDUBE (2000), *Cartografía hidráulica de Michoacán*, México, Asociación Mexicana de Hidráulica, El Colegio de Michoacán, en prensa.
- SANCHEZ RODRÍGUEZ, Martín y Herbert ELING (2000), "Presas, canales y cajas de agua: la tecnología hidráulica en el Bajío mexicano", en Jacinta Palerm Viqueira y Tomás Martínez Saldaña (eds.), *Antología sobre pequeño riego*, vol. II, México, Colegio de Posgraduados, pp. 97-131.
- SANDOVAL ALATORRE, Francisco de Paula (1979a), *Guía de información técnica sobre el lago de Chapala*, Guadalajara, Gobierno del Estado de Jalisco.
- (1979b), *Verdades y mitos del lago de Chapala*, Guadalajara, Gobierno del Estado de Jalisco.
- (1981), *Obras, sucesos y fantasías en el lago de Chapala*, Guadalajara, Gobierno del Estado de Jalisco.
- (1994), *Pasado y futuro del lago de Chapala*, Guadalajara, Gobierno del Estado de Jalisco.
- SCOTT, Christopher A., Philippus WESTER y Boris MARAÑÓN-PIMENTEL (eds.) (2000), *Asignación, productividad y manejo de recursos hídricos en cuencas*, México, Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI).
- SUGIURA YAMAMOTO, Yoko y Emily MCCLUNG DE TAPIA (1985), "Algunas consideraciones sobre el uso prehispánico de recursos vegetales en la cuenca del Alto Lerma", *Anales de Antropología*, vol. XXV, pp. 111-125.
- SUGIURA YAMAMOTO, Yoko y Mari Carmen SERRA PUCHE (eds.) (1990), *Etnoarqueología. Coloquio Bosch Gimpera*, México, Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas.
- TAMAYO, Jorge L. (1946), *Datos para la hidrología de la República mexicana*, México, Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
- TORRES, Gabriel (2002a), "Sobre programa Lerma-Chapala", *Red de Investigadores del Agua Región Lerma-Santiago-Pacífico*, Outlook Express, 25 de enero.
- (2002b), "Contribución de Gabriel Torres", *Red de Investigadores del Agua Región Lerma-Santiago-Pacífico*, Outlook Express, 6 de febrero.
- VALDEZ, Francisco, Catherine LIOT y Otto SCHÖNDUBE (1996), "Los recursos naturales y su uso en las cuencas lacustres del sur de Jalisco: el caso de Sayula", en Eduardo Williams y Phil C. Weigand (eds.), *Las cuencas del Occidente de México (época prehispánica)*, Zamora, El Colegio de Michoacán/ORSTOM/CEMCA.

- VALDEZ ZEPEDA, Andrés (2002), "Afecta a Chapala. Podría darse un errático temporal de lluvias", *El Informador*, 20 de enero de 2002, Guadalajara, p. 6 (entrevista a José Briseño Muñoz).
- VARGAS VELÁZQUEZ, Sergio (2000), "Agua y agricultura en la cuenca Lerma Chapala", *Frontera Interior*, vol. 2, núm. 3 y 4, pp. 75-88.
- WALLERSTEIN, Immanuel (1980), *The Capitalist World Economy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- WEIGAND, Phil C. (1993), "Large Scale Hydraulic Works in Prehistoric Western Mesoamerica", en Vernon L. Scarborough y Barry L. Isaac (eds.), *Research in Economic Anthropology. Economic Aspects of Water Management in the Prehispanic New World* (Suplemento 7).
- WOLF, Eric R. (1957). "The Mexican Bajío in the Eighteenth Century: An Analysis of Cultural Integration", en M. S. Edmundson (ed.), *Synoptic Studies of Mexican Culture*, Nueva Orleans, Tulane University.
- (1986), *Europa y la gente sin historia*, México, FCE.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (1997), *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*, Estocolmo, WMO/Stockholm Environment Institute.